UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MARTA SEVERINO STEFANI

A importância das várzeas urbanas para a ictiofauna

São Carlos
2020

MARTA SEVERINO STEFANI

A importância das várzeas urbanas para a ictiofauna

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciências - Programa em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Welber Senteio Smith

São Carlos

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

S816a

Stefani, Marta Severino
A importância das várzeas urbanas para a ictiofauna / Marta Severino Stefani; orientador Welber Senteio Smith. São Carlos, 2020.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2020.

1. Áreas úmidas. 2. Peixes. 3. Lagoas marginais. 4. Intervenções antrópicas. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: **MARTA SEVERINO STEFANI**

Título da dissertação: " A importância das várzeas urbanas para a ictiofauna"

Data da defesa: 14/02/2020

Comissão Julgadora	**Resultado**
Prof. Dr. **Welber Senteio Smith (Orientador)**	Aprovada
(Universidade Paulista – UNIP)	
Prof. Dr. **Eduardo Mario Mendiondo**	Aprovada.
(Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP)	
Profª. Drª. **Marcela Bianchessi da Cunha Santino**	APROVADA
(Universidade Federal de São Carlos – UFSCar)	

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:

Prof. Associado **Frederico Fabio Mauad**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**

DEDICATÓRIA

Á minha sobrinha Laís, luz da minha vida, alegria da nossa família.
Obrigada por existir e por ser você.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Welber Senteio Smith, por todo apoio, incentivo, e por todo o tempo que dedicou a mim durante esses anos. Por ter acreditado em mim mais do que eu mesma, por estar ao meu lado quando passei momentos pessoais difíceis durante o mestrado e por todo o ensinamento além da vida acadêmica.

Á Prof. Dra. Marcela Bianchessi da Cunha-Santino e ao Prof. Dr. Eduardo Mário Mendiondo pela participação em minha defesa e por todas as contribuições, agradeço imensamente!

Á Prof. Dra. Odete Rocha e Prof. Dr. Irineu Bianchini Júnior, pelas valiosas contribuições em meu exame de qualificação e por toda atenção que a mim foi dada, agradeço imensamente.

Ao Prof. Dr. Francisco Langeani Neto, por me receber em seu laboratório, pela identificação dos peixes e pelo depósito na coleção do Laboratório de Ictiologia da UNESP de São José do Rio Preto.

Á minha mãe, Lúcia, por nunca desistir de mim e por continuar me dando todas as possibilidades para que eu possa continuar minha caminhada. Por estar ao meu lado nos piores e nos melhores momentos da minha vida, jamais poderei agradecer o suficiente! Ao meu pai Edivaldo, por me ajudar sempre, de coração aberto... Ás minhas irmãs Camila e Letícia, vocês são a família que Deus escolheu para mim e agradeço imensamente por isso, obrigada por estarem sempre comigo, me apoiando nas minhas decisões e tentando me entender. Aos meus avós Lourdes e Adão, obrigada por tudo.

Á minha amiga Daniela, pelos mais de 20 anos de amizade e por dividir comigo momentos difíceis e momentos de muita alegria, obrigada por tudo minha amiga!

Á minha amiga Cátia, por todas as vezes que me abrigou em sua casa para que eu pudesse ficar em São Carlos, por toda ajuda estrutural e emocional que sempre me deu desde o começo até o fim do mestrado, por todas as nossas conversas, por todos os seus conselhos... Você foi um dos melhores presentes que o mestrado me deu!

Ao meu amigo Fábio, menino lindo, agradeço por toda a sua ajuda durante o mestrado, em especial nos primeiros momentos quando me recebeu em São Carlos e sempre me ajudou em tudo, por toda ajuda no meu exame de qualificação e até agora, agradeço de coração!

Á querida Andresa Bizzo, obrigada por me receber tão bem em São Carlos, por todas as vezes que dividiu seu apartamento comigo, pela sua companhia e compreensão sempre, agradeço muito.

Aos meus amigos Matheus, Renan, Daiane e Thaís, por todos os momentos que temos vivido juntos, obrigada pela ajuda de vocês durante o meu mestrado e por alegrarem a minha vida em Sorocaba.

Á André Luis, pelo inestimável apoio para que eu voltasse a estudar após tantos anos e por ter feito comigo todos os trabalhos de campo, sem os quais não teria sido possível a realização dessa pesquisa, agradeço imensamente.

Ao LEEF - Laboratório de Ecologia Funcional e Estrutural de Ecossistemas da UNIP *campus* Sorocaba, agradeço pelo espaço cedido para a triagem e identificação dos peixes coletados e também para a escrita dessa dissertação.

Á Bolsa CAPES concedida, sem a qual não seria possível a realização dessa pesquisa.

Ao rio Sorocaba, que mora em nossos corações! ♥

RESUMO

STEFANI, M. S. **A importância das várzeas urbanas para a ictiofauna**. 2020. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

As várzeas são ambientes de grande importância para a manutenção da ictiofauna, pois funcionam como berçários naturais abrigando suas formas jovens e oferecendo recursos alimentares. Alterações nesses ecossistemas podem causar modificações na estrutura das assembleias de peixes, modificando a disponibilidade de recursos e a sua reprodução. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012), conhecida como novo Código Florestal, não protege os ambientes de várzea, sendo que a área a ser protegida é contabilizada a partir da borda da calha do leito regular do rio, e não mais no leito maior do curso d'água, o que pode trazer sérias consequências para a manutenção das espécies de peixes. No caso das várzeas urbanas, as mesmas estão ainda mais susceptíveis à ocupação e exploração, justamente por estarem dentro das cidades, justificando a necessidade de serem inventariadas e caracterizadas para que possam se propor medidas para sua proteção e conservação. No presente trabalho foi feita a caracterização ambiental e da ictiofauna em sete trechos urbanos do rio Sorocaba e em sete várzeas correspondentes. O objetivo deste trabalho foi caracterizar as várzeas urbanas em relação à ictiofauna e fazer uma comparação entre a comunidade de peixes presente nas várzeas e no rio. Foi constatada a presença de 32 espécies de peixes, sendo 22 espécies coletadas no rio e 28 coletadas nas várzeas. Os peixes coletados estão distribuídos em 32 espécies, 6 ordens e 13 famílias, sendo Characiformes e Siluriformes as ordens mais representativas. Apesar dos ambientes analisados apresentarem alto grau de antropização, pode-se considerar que o número de espécies encontradas é relevante tratando-se especificamente de áreas urbanas e levando em consideração o que já foi inventariado anteriormente para o rio Sorocaba. De acordo com os parâmetros ambientais analisados, as várzeas amostradas encontram-se em boas condições, sendo que as que estão mais distantes da área urbana são as que apresentam uma maior riqueza de espécies de peixes. Como já era esperado, há uma maior quantidade de espécies de peixes nas várzeas, por apresentarem uma maior disponibilidade de hábitats e recursos e por estarem menos sujeitas à eventuais alterações que o rio possa sofrer, como por exemplo, interferências vindas de outros municípios.

Palavras-chave: Áreas úmidas. Peixes. Lagoas marginais. Intervenções antrópicas.

ABSTRACT

STEFANI, M. S. **The importance of urban floodplains for the ichthyofauna**. 2020. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

The floodplains are environments of great importance for the maintenance of the ichthyofauna, as they function as natural nurseries sheltering their young forms and offering food resources. Changes in these ecosystems may cause changes in the structure of fish assemblages, altering resource availability and reproduction. The Native Vegetation Protection Law (Federal Law 12.651 of May 25, 2012), known as the new Forest Code, does not protect floodplain environments, and the area to be protected is accounted from the edge of the regular bed gutter, no longer on the larger riverbed, which can have serious consequences for the maintenance of fish species. In the case of urban floodplains, they are even more susceptible to occupation and exploitation, precisely because they are within cities, justifying the need to be inventoried and characterized so that measures for their protection and conservation can be proposed. In the present work the environmental and ichthyofauna characterization was done in seven urban stretches of the Sorocaba river and in seven corresponding floodplains. The aim of this study was to characterize the urban floodplains in relation to the ichthyofauna and make a comparison between the fish community present in the floodplains and in the river. It was found the presence of 32 species of fish, 22 species collected in the river and 28 collected in the floodplains. The collected fish are distributed in 32 species, 6 orders and 13 families, being Characiformes and Siluriformes the most representative orders. Although the analyzed environments present a high degree of anthropization, it can be considered that the number of species found is relevant, dealing specifically with urban areas and taking into account what was previously inventoried for the Sorocaba River. According to the environmental parameters analyzed, the floodplains sampled are in good condition, and those that are farthest from the urban area are those that present the largest amount of fish species. As expected, there is a greater number of fish species in the floodplains, as they have a greater availability of habitats and resources and are less subject to any changes that the river may suffer, such as interference from other municipalities.

Keywords: Wetlands. Fish. Marginal lagoons. Anthropic interventions.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I: As relações entre a ictiofauna e as características ambientais das várzeas urbanas e do rio Sorocaba

Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Sorocaba, SP, Brasil. Autor: Bruno Mello. 29

Figura 2 – Localização dos pontos de amostragem. Autor: Fábio Leandro da Silva. 30

Figura 3 – Diagrama de Cluster elaborado a partir dos dados de caracterização ambiental nas várzeas e no rio. Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,8817. 39

Figura 4 – Resultado da Análise de Componetes Principais das variáveis limnológicas das várzeas e do rio no período chuvoso. 40

Figura 5 – Resultado da Análise de Componetes Principais das variáveis limnológicas das várzeas e do rio no período seco. 41

Figura 6 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) realizada entre as assembleias de peixes e as variáveis ambientais juntamente com os pontos amostrados no período chuvoso... 48

Figura 7 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) realizada entre as assembleias de peixes e as variáveis ambientais juntamente com os pontos amostrados no período seco. 49

Capítulo II: Comparação entre as assembleias de peixes das várzeas urbanas do rio Sorocaba

Figura 1 – Localização das várzeas amostradas ao longo do rio Sorocaba, SP, Brasil. Autor: Fábio Leandro da Silva. 63

Figura 2 – Resultado da Análise de Componentes Principais. 66

Figura 3 - Representação gráfica das curvas de abundância relativa construída a partir dos dados de abundância por espécies capturadas em cada várzea. 69

Figura 4 – Diagrama de Cluster elaborado a partir dos dados de abundância das espécies em relação aos pontos de coleta. Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,9852. 69

Figura 5 – Gráfico gerado a partir da Análise de Correspondência Canônica utilizando os dados ambientais e a abundância das espécies. 70

Capítulo III: Os peixes de várzeas urbanas como uma oportunidade de educação ambiental – Cartilha e Tour

Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Sorocaba, SP, Brasil. Autor: Bruno Mello. 80

Figura 2 – Cartilha sobre as várzeas do rio Sorocaba e seus peixes no formato de folder 3 dobras. 82

LISTA DE TABELAS

Capítulo I: As relações entre a ictiofauna e as características ambientais das várzeas urbanas e do rio Sorocaba

Tabela 1 – Descrição dos pontos de coleta no rio Sorocaba e coordenadas geográficas.....30

Tabela 2 – Descrição pontos de coleta nas várzeas do rio Sorocaba e coordenadas geográficas. 33

Tabela 3 – Variáveis avaliadas e método de análise.....35

Tabela 4 – Caracterização ambiental dos pontos de coleta nas várzeas e no rio Sorocaba: Largura (m), profundidade (cm), tipo de substrato, distância da área urbana e cobertura por macrófitas. 38

Tabela 5 – Lista das espécies de peixes coletadas e seus respectivos vouchers. 42

Tabela 6 – Espécies de peixes coletadas no rio Sorocaba e nas várzeas. 43

Tabela 7 – Abundância das espécies de peixes coletadas nas várzeas nos períodos seco e chuvoso. 44

Tabela 8 – Abundância das espécies de peixes coletadas no rio Sorocaba nos períodos seco e chuvoso. 45

Tabela 9 - Constância de ocorrência das espécies de peixes coletadas para o total de espécies, espécies coletadas no rio Sorocaba e espécies coletadas nas várzeas. (C – Constante: mais de 50%; A – Acessória: de 25 a 50%; AC – Acidental: até 25%).....46

Tabela 10 - Riqueza (S), Abundância de indivíduos (A), Dominância (D), Diversidade de Shannon-Wiener (H'), e Uniformidade (E) da comunidade de peixes nos períodos chuvoso (C) e seco (S).....47

Capítulo II: Comparação entre as assembleias de peixes das várzeas urbanas do rio Sorocaba

Tabela 1 – Abundância das espécies de peixes coletadas nos períodos chuvoso e seco e Constância de Ocorrência para o total de espécies nos períodos chuvoso e seco. (C – Constante: mais de 50%; A – Acessória: de 25 a 50%; AC – Acidental: até 25%). 66

Tabela 2 - Riqueza, Abundância total, Dominância e Diversidade de Shannon apresentados pelas várzeas nos períodos chuvoso e seco. 68

Capítulo III: Os peixes de várzeas urbanas como uma oportunidade de educação ambiental – Cartilha e Tour

Tabela 1 – Várzeas urbanas do rio Sorocaba a serem visitadas durante o Tour. 81

SUMÁRIO

Capítulo I: As relações entre a ictiofauna e as características ambientais das várzeas urbanas e do rio Sorocaba 21
1 INTRODUÇÃO 21
2 OBJETIVO GERAL 27
2.1 Objetivos específicos 27
3 ÁREA DE ESTUDO 28
4 MATERIAL E MÉTODOS 35
4.1 Caracterização Ambiental 35
4.2 Amostragem da ictiofauna 36
4.3 Análise dos dados 36
5 RESULTADOS 38
5.1 Caracterização ambiental e variáveis limnológicas 38
5.2 Ictiofauna 41
6 DISCUSSÃO 49
7 CONCLUSÃO 53
8 REFERÊNCIAS 53

Capítulo II: Comparação entre as assembleias de peixes das várzeas urbanas do rio Sorocaba 61
1 INTRODUÇÃO 61
2 MATERIAL E MÉTODOS 63
2.1 Área de estudo 63
2.2 Caracterização ambiental 63
2.3 Amostragem da ictiofauna 64
2.4 Análise dos dados 65
3 RESULTADOS 65
3.1 Variáveis ambientais 65
3.2 Caracterização da ictiofauna 66
4 DISCUSSÃO 70
5 REFERÊNCIAS 73

Capítulo III: Os peixes de várzeas urbanas como uma oportunidade de educação ambiental – Cartilha e Tour..... 77
1 INTRODUÇÃO 77
2 MATERIAL E MÉTODOS 79
2.1 A cidade de Sorocaba..... 79
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 81
4 REFERÊNCIAS..... 86
ANEXO A – Capítulo I..... 89
ANEXO B – Capítulo II 95

Capítulo I: As relações entre a ictiofauna e as características ambientais das várzeas urbanas e do rio Sorocaba

1 INTRODUÇÃO

As várzeas são locais essenciais para a manutenção e integridade da biodiversidade (MITSCH et al., 2015). Em épocas de cheias, os rios inundam essas regiões e carregam para as várzeas sedimentos e nutrientes, contribuindo para a manutenção da biota (LUZ; LIMA; SEVERI, 2012). As áreas adjacentes e o leito do rio se conectam em períodos de cheia, possibilitando que os indivíduos tenham acesso a uma maior quantidade de recursos e maior disponibilidade de abrigos, inclusive para as espécies reofílicas e promovendo o acesso de ovos e larvas à calha do rio (CUNICO et al., 2008). Essas áreas são locais de alimentação, oferecem refúgio aos peixes, são essenciais para as espécies migradoras, além de locais de crescimento e recuperação dos indivíduos adultos e também locais permanentes para espécies de peixes residentes de pequeno e médio porte (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2004).

Essas áreas são um dos mais importantes ecótonos associados aos ecossistemas aquáticos de água doce (MITSCH et al., 2015). São considerados ecossistemas complexos, com ambientes que se alteram através de mudanças que ocorrem nos períodos chuvosos. São ecossistemas muito dinâmicos onde ocorre a alternância entre a fase seca e chuvosa, o que promove conexões e interações entre diferentes comunidades (STOFFELS et al., 2015, ECHEVARRÍA; ALLISON, 2014). Formadas por diferentes ambientes interligados e constituídas de solos de materiais transportados pelas águas, as várzeas são originalmente cobertas pela vegetação ripária, que por sua vez, tem um papel fundamental em relação ao equilíbrio dos ecossistemas aquáticos (CALHEIROS et al., 2000), promovendo a entrada de material alóctone.

No Brasil, as áreas úmidas cobrem cerca de 20% do território do país, sendo que 90% dessas áreas apresenta nível de água flutuante, ou seja, com sistema de pulso de inundação. Essas áreas permanecem secas ou inundadas periodicamente e também apresentam hábitats permanentemente aquáticos ou terrestres. Nas regiões temperadas, as áreas úmidas são em sua maioria relativamente estáveis, não apresentam pulsos de inundação, e são consideradas de maior valor econômico (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015). Portanto, há a necessidade de uma legislação específica para que possa ocorrer uma proteção efetiva dessas áreas, baseada no conhecimento científico. Não existem levantamentos específicos para as AUs de todas as regiões

brasileiras, por mais que já tenham sido estabelecidos critérios para sua definição e delimitação, como o que foi determinado por Junk et al., 2014.

O principal instrumento de proteção das várzeas é a Lei de Proteção da Vegetação Nativa – LPVN (Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012). Para garantir a conservação da biodiversidade e a manutenção das áreas alagáveis, deve ser considerado o nível mais alto de expansão das cheias, porém, a Lei em questão diminuiu a área que deve ser protegida, dando início na "borda da calha do leito regular", e não mais no "leito maior" do curso d'água, não levando em consideração as variações laterais dessas áreas que ocorrem ao longo do ano. Essa legislação foi considerada um grande retrocesso no que se trata de proteção às várzeas, pois essas áreas normalmente já não são consideradas nas cidades, estando vulneráveis pois são utilizadas para diversos fins, que na maioria das vezes impermeabilizam esses ambientes, causando enchentes nesses locais (PIEDADE et al., 2012) e impedindo que exerçam sua função ecológica.

O Comitê Nacional de Áreas Úmidas – CNZU, através da recomendação Nº 7 de 11 de junho de 2015, que dispões sobre a definição das Áreas Úmidas Brasileiras e da classificação destas áreas, recomenda que o termo "área úmida" para ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, onde se enquadram as várzeas. As várzeas são ecossistemas de transição entre o ambiente aquático e terrestre e são caracterizadas por fazerem a interação entre esses dois sistemas durante períodos de inundação de acordo com a sazonalidade (TUNDISI; TUNDISI, 2010). Estão em constante ameaça ao redor do mundo principalmente em decorrência da antropização (BEESLEY et al., 2014). O número de espécies nativas nas cidades é muito menor do que nas áreas não urbanizadas e, ao mesmo tempo, nas cidades tais espécies podem encontrar seus próprios hábitats, os quais possibilitam a presença de espécies nativas e até mesmo de espécies ameaçadas (ARONSON et al., 2014). Por outro lado, a urbanização também pode favorecer algumas espécies que são capazes de explorar hábitats urbanos (REIS; LÓPEZ-IBORRA; PINHEIRO, 2012).

Os impactos causados nas várzeas tais como impermeabilização, remoção da vegetação e ocupação para exploração imobiliária nas áreas de inundação, causam interferências em relação à ictiofauna através de modificações em seu hábitat e nos seus hábitos alimentares, causadas pela diminuição recursos disponíveis, além de causarem modificações nos locais de reprodução, desova e desenvolvimento de ovos e larvas (CLARO et al., 2004). As perdas das várzeas têm gerado uma série de discussões no meio científico, onde têm se buscado evidenciar os danos que estamos sofrendo sem a efetiva proteção das áreas marginais dos corpos d'água e, também propor meios para que se possa proteger essas áreas e mitigar os danos que já tem sido causados durante os últimos anos (PIEDADE et al., 2012).

Para a ictiofauna, a época das cheias representa o momento em que os indivíduos entrarão na fase de reprodução, e influenciados pela luminosidade, turbidez, temperatura e qualidade da água, através de estímulos fisiológicos, os peixes procuram por locais para que possam completar o seu ciclo reprodutivo. Nas várzeas, durante o período de inundação a disponibilidade de alimento e abrigo para os peixes aumenta, se tornando o local ideal para a fase de reprodução e crescimento (ECHEVARRÍA; ALLISON, 2014). Quando ocorre a conectividade entre o rio e a área alagável, as assembleias de peixes são reorganizadas de forma aleatória, pois têm acesso a áreas que estavam isoladas. Já na estação seca, as estruturas de organização das assembleias de peixes são mais regulares (ARRINGTON; WINEMILLER, 2006). Sendo assim, amostrar as comunidades de peixes nas duas estações, seca e chuvosa, é uma forma de abranger a maior quantidade possível de indivíduos, pois a comunidade pode sofrer alterações de acordo com a pluviosidade.

Em 1989, Junk, Bayley e Sparks, descreveram a dinâmica dos ecossistemas de planície de inundação como sendo o principal meio para que aconteçam os processos ecológicos de interação entre os ambientes aquáticos e terrestres. O pulso de inundação causa mudanças que influem diretamente sobre a dinâmica, diversidade e produtividade dos ambientes, afetando diretamente a estrutura e o funcionamento das comunidades de peixes.

Além de promoverem mudanças nos processos biológicos, os pulsos de inundação também promovem mudanças nas características físico-químicas da água, fazendo com que sua qualidade se torne mais homogênea (JUNK et al., 2014, ARTHINGTON et al., 2015). É na fase descendente do pulso de inundação que os peixes na fase jovem migram das planícies de inundação para o canal principal. Quanto mais tempo as formas jovens dos peixes permanecem nas várzeas, mais chances terão de sobreviver. Nesses locais as larvas dos peixes têm a possibilidade de se alimentarem até que tenham autonomia para sobreviverem na calha principal do rio. A comunidade de peixes desloca-se entre o rio e os ambientes sazonalmente alagados, permitindo o acesso dos peixes aos dois ambientes, assim, peixes que estavam crescendo e se desenvolvendo nas várzeas têm a oportunidade de chegar ao rio, para que possam completar o seu ciclo de vida.

Nos ecossistemas aquáticos as condições físicas e químicas da água, comprimento, largura e profundidade, os tipos de substrato existentes e as barreiras físicas são determinantes em relação à composição e distribuição da ictiofauna em cada trecho do ecossistema aquático. As variações do nível d'água também podem alterar as condições para abrigo e desova dos peixes, além de alterações em sua alimentação e reprodução (CASTRO; FORESTI; CARVALHO, 2008).

O conceito de Área de Preservação Permanente – APP está definido como a "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas". Apesar da LPVN ter mantido o conceito de APP, onde a área deve ser protegida estando coberta por vegetação ou não, a mudança mais significativa foi que essas áreas sejam levadas em conta a partir da calha do leito regular, que pode ser considerada efetivamente a área situada dentro do corpo hídrico (no leito do rio).

A definição das Áreas de Preservação Permanente – APPs, é de grande relevância para que se possam estabelecer medidas de preservação, já que essas áreas têm funções efetivas de preservação do solo, da flora e fauna, permitem a absorção natural da água e preservação dos ecossistemas, visando a manutenção da qualidade ambiental. Sabendo da importância dessas áreas e de sua contribuição para a manutenção dos ecossistemas e da conservação da biodiversidade, o interesse por sua preservação tem aumentado nos últimos anos (PIEDADE et al., 2012). Além de serem importantes para a ictiofauna e para a conservação da biodiversidade de uma maneira geral, também podemos destacar o papel das áreas de várzeas como provedoras de serviços ecossistêmicos (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015).

Entre os diversos serviços ecossistêmicos que as várzeas provêm podemos citar o controle de enchentes, o abastecimento de aquíferos, a proteção da fauna aquática, proteção da fauna existente na transição entre o ambiente aquático e terrestre e controle da erosão e manutenção da biodiversidade, (TUNDISI; TUNDISI, 2010). De acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio, os serviços providos pelas áreas úmidas podem ser categorizados como serviços de provisão, serviços de regulação, serviços culturais e serviços de suporte (MITSCH; BERNAL; HERNANDEZ, 2015). Também desempenham um importante papel para a recreação e lazer, além do valor paisagístico.

Azevedo-Santos et al. (2017) afirmam que praticamente todos os principais ecossistemas já se encontram impactados por ações antrópicas, sendo transformados ou destruídos, e esse cenário tem se agravado em consequência de políticas públicas insustentáveis que não levam em consideração o consenso científico, mostrando uma grande lacuna entre os legisladores e a comunidade científica, fato esse que ocorre historicamente no Brasil. Essas políticas podem acarretar danos para a biodiversidade, o que irá refletir nos serviços ecossistêmicos.

A restauração e preservação de áreas marginais dos rios trazem diversos benefícios como a melhora da qualidade da água e boas condições para a ictiofauna, além de condições de sobrevivência para outros animais, entretanto, a preservação da biodiversidade de peixes parece

não ser uma prioridade na maioria dos países da América Latina, e as Políticas Nacionais muitas vezes acabam por negligenciar a proteção das espécies de peixes através da destruição dos ecossistemas aquáticos (PELICICE et al., 2017). O Brasil é signatário da Convenção de RAMSAR (promulgada pelo Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996), com o intuito de proteger as áreas úmidas e sua biodiversidade, através de políticas públicas (JUNK; PIEDADE, 2015). A Convenção de RAMSAR definiu critérios para que os países signatários pudessem considerar para a proteção de suas áreas úmidas, no entanto, a falta de conhecimento e definições específicas sobre essas áreas é um grande impedimento para sua conservação efetiva.

No país, o primeiro Código Florestal foi regulamentado em 1934 (Decreto nº 23.793/1934), revisado em 1965 (Lei Federal nº 4771/65) e, mais recentemente foi atualizado para a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012), que ficou popularmente conhecida como novo Código Florestal. Em relação aos recursos hídricos essa Lei foi considerada um retrocesso, pois não garante mais a proteção de áreas de várzeas como na legislação anterior. Na LPVN não houveram mudanças na largura das faixas de vegetação permanente, porém, as faixas marginais são contabilizadas a partir da borda da calha do leito regular, e são excluídos os cursos d'água efêmeros.

Atualmente, as APPs permanecem com a largura mínima de: 30 m, para os cursos d'água de menos de 10 m de largura; 50 m, para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 m de largura; 100 m, para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura; 200 m, para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 m de largura; para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 m. Considerando-se a LPVN, muitas vezes não há nenhuma proteção das faixas marginais e consequentemente não haverá estabilidade do solo e nem da área marginal, tenha presença de vegetação ou não, como propõe a Lei. Excluem-se as várzeas e lagoas marginais que são locais de grande valor para a conservação da biodiversidade. Essa mudança poderá causar também a alteração da entrada de material orgânico e inorgânico no curso d'água (CASATTI, 2010) o que poderá alterar o funcionamento do sistema aquático, e afetar diretamente toda a comunidade íctica.

Tratando-se da ictiofauna, em todo o mundo existem aproximadamente 28.000 espécies de peixes (NELSON; GRANDE; WILSON, 2006). Em águas doces neotropicais, há atualmente 4.475 espécies de peixes válidas, além de cerca de 1.550 espécies ainda não descritas, totalizando 6.025 espécies de peixes (REIS; KULLANDER; FERRARIS, 2003). No Brasil, ocorrem 2.587 espécies (BUCKUP; MENEZES; GHAZZI, 2007), e no estado de São Paulo cerca de 391 espécies (OYAKAWA; MENEZES, 2011), o que corresponde a aproximadamente 15% de todas as espécies de peixes de água doce do território brasileiro. As espécies estão distribuídas em 10

ordens e 39 famílias, e as mais representativas são Characidae com 83 e Loricariidae com 81. Na bacia do rio Sorocaba já foram registradas 71 espécies, distribuídas em 22 famílias e 7 ordens, sendo as mais representativas Characiformes com 39 espécies e Siluriformes com 21 espécies (SMITH; PETRERE; BARRELLA, 2007, 2009).

Estudar a diversidade da ictiofauna é de importante para que se possa compreender determinadas alterações antrópicas (SANTANA, 2007). O conhecimento das relações da ictiofauna com o ambiente também é fundamental para a conservação e recuperação ambiental (VILLARES; GOMIERO; GOITEIN, 2007). A presença ou ausência de uma ou mais espécies em determinados ambientes não depende somente das condições específicas de um hábitat particular, mas também da disponibilidade de outras áreas apropriadas para alimentação e reprodução (ORSI; CARVALHO; FORESRI, 2004) por isso também é importante avaliar a qualidade do ambiente a ser estudado.

Ao longo do rio Sorocaba são encontradas várias lagoas marginais devido a sua declividade. Essas lagoas estão ao longo do trecho urbano, e são permanentes ou temporárias de acordo com a sazonalidade, podendo estar conectadas com o rio ou não (SMITH; BIAGIONI; BARRELLA, 2014). De acordo com Smith et al. (2014) há 53 espécies de peixes distribuídos em 7 ordens e 19 famílias no município de Sorocaba, sendo que 12 espécies são migradoras, entre elas *Prochilodus lineatus* e *Salminus hilarii*. Em relação às lagoas marginais um total de 33 espécies foram registradas até o presente estudo. Smith e Barrella (2000) realizaram um estudo nas lagoas marginais do rio Sorocaba entre os anos de 1993 e 1994 onde foi constatado que as tais lagoas apresentavam melhores condições para a ictiofauna do que o próprio rio Sorocaba. Os níveis de oxigênio dissolvido se encontravam menores no rio Sorocaba do que nas lagoas marginais, devido ao despejo de esgoto doméstico e industrial que acontecia nesta época em suas águas.

No ano de 2000 foram iniciadas medidas para a despoluição do rio Sorocaba, através da instalação de estações elevatórias de esgoto, plantio de mudas nativas nas áreas de preservação permanente, além de ações de educação ambiental para a população do município. Desde então o rio tem estado em melhores condições, pois já foi considerado poluído em anos anteriores (SMITH; BIAGIONI; BARRELLA, 2014). Também foram implantados vários parques naturais na cidade, de modo a conservar as áreas de preservação permanente. onde começaram a ser realizadas. Apesar de todos os esforços para que se pudesse recuperar a qualidade do rio, as mudanças na legislação estão contribuindo de modo significativo para que o trabalho de recuperação que tem sido feito durante anos seja seriamente prejudicado. Estudar a ictiofauna das várzeas do rio Sorocaba é um meio de promover uma discussão acerca da continuidade dos

trabalhos de preservação que têm sido feitos e fazendo com que espécies que deixaram de ocorrer durante os períodos mais críticos voltem a povoar o rio Sorocaba.

Nesse sentido, realizar um estudo das várzeas do rio Sorocaba na área urbana do município, irá contribuir para a conservação desses ambientes, uma vez que são ambientes muito relevantes em relação a ictiofauna, além de proverem diversos serviços ecossistêmicos para a população. Como esses ambientes não são mais protegidos de acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, este trabalho irá contribuir para que sejam tomadas medidas de conservação a nível municipal, podendo ser estendidas a outros municípios que fazem parte da bacia, onde a área de estudo está inserida. Supõe-se que as várzeas contribuam para que os peixes estejam presentes no rio Sorocaba, além de abrigarem sua própria ictiofauna.

2 OBJETIVO GERAL

Verificar as relações entre o rio Sorocaba e suas várzeas urbanas em relação ao ambiente e á ictiofauna, para que se possa conhecer a atual situação desses ambientes e qual a sua contribuição para a manutenção das espécies de peixes presentes no rio. Assim, espera-se encontrar uma maior diversidade de espécies de peixes nas várzeas do que no rio Sorocaba, pela maior variedade de hábitats disponíveis.

2.1 Objetivos específicos

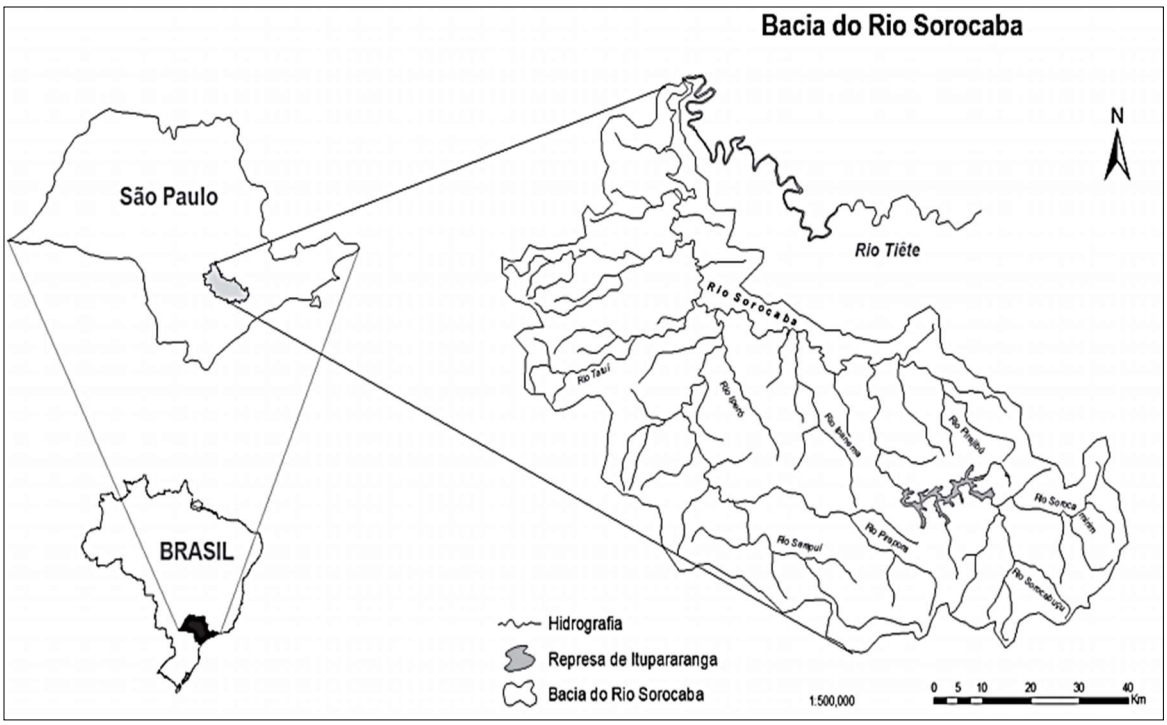
- Caracterizar as várzeas do rio Sorocaba em seu trecho urbano de acordo com as variáveis limnológicas e ambientais;
- Verificar a composição, ocorrência, distribuição e a abundância das espécies de peixes e as possíveis influências causadas pelas condições ambientais das várzeas e a sua contribuição para a manutenção das espécies de peixes no rio;
- Verificar a ocorrência de espécies que tem a possibilidade de habitar as várzeas durante todo o seu ciclo de vida, e não somente para reprodução e alimentação, o que evidencia ainda mais a importância desses ambientes.
- Verificar as relações e as diferenças entre as várzeas urbanas e o rio Sorocaba.

3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada rio Sorocaba, situado na bacia de mesmo nome. A bacia em questão abrange 18 municípios em uma área total de 5269 km^2 (Figura 1). É constituída pelo rio Sorocaba, e seus formadores, os rios Sorocamirim, Sorocabuçu e Una, e seus tributários, os rios Tatuí, Sarapuí, Pirajibu, Ipanema e Sarapuí. Cerca de 25% da bacia ainda é coberta por florestas naturais, 4,5% com cerrados e cerradões, 7,5% de área reflorestada, 32,5% de pastagens e diversas culturas são predominantes (SMITH et al., 2009). O rio Sorocaba é o principal afluente da margem esquerda do rio Tietê, e é um importante manancial para a captação e o abastecimento de cidades pertencentes à sua bacia. Percorre 180 km de extensão em linha reta e 227 km considerando seu trajeto natural. Deságua no rio Tietê em seu trecho médio superior, no município de Laranjal Paulista (SMITH, 2003).

No município de Sorocaba o rio recebe vários tributários, entre eles o rio Pirajibu, Ipanema, córrego Água Vermelha, córrego Supiriri, córrego Lavapés, córrego Piratininga entre outros (CASTELLARI, TEIXEIRA, SMITH, 2014). A área estudada corresponde a um trecho de aproximadamente 65 Km, e apresenta diversos tipos de usos e cobertura do solo, com a presença de locais mais conservados e distantes da área urbana, assim como locais com maiores sinais de degradação (ocupação, pastagens, resíduos sólidos domésticos, desmatamento, despejo clandestino de efluentes) além de intervenções como o desassoreamento, que é executado pelo poder público de maneira descautelosa em épocas inapropriadas. As localidades encontram-se em áreas residenciais e industriais, algumas com vegetação ciliar remanescente e outras com campos abertos nas áreas adjacentes.

Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Sorocaba, SP, Brasil.

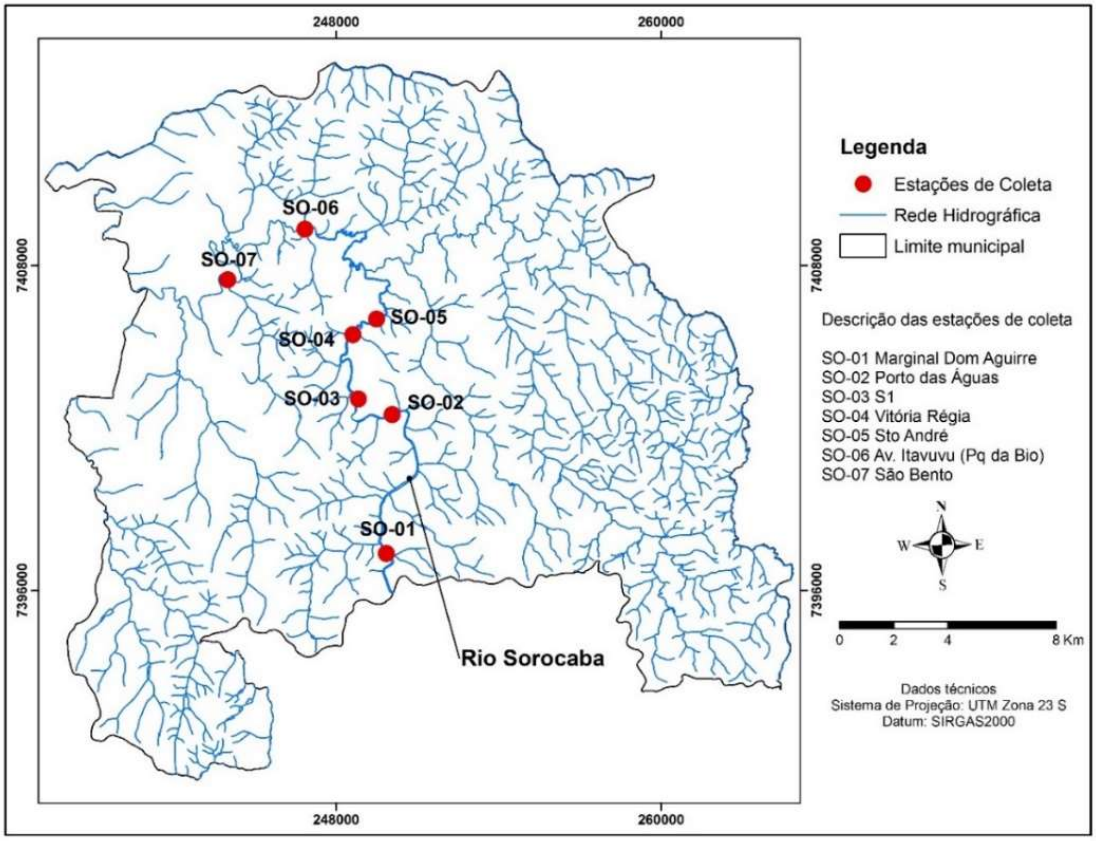


Autor: Bruno Mello.

4 PONTOS DE COLETA

Foram amostrados de 14 pontos, sendo 7 no rio Sorocaba e 7 nas várzeas adjacentes (Tabela 1). Todos os pontos se encontram na área urbana da cidade de Sorocaba (Figura 2). Os pontos de coleta foram selecionados de acordo com a presença de várzeas remanecentes no ambiente urbano, representando os vários tipos de hábitats encontrados no rio Sorocaba ao longo do município (Tabelas 1 e 2).

Figura 2 – Localização dos pontos de amostragem nas várzeas e no rio.



Autor: Fábio Leandro da Silva.

Tabela 1 – Descrição dos pontos de coleta no rio Sorocaba e coordenadas geográficas.

Ponto de Amostragem	Descrição	Coordenadas Geográficas	Local de amostragem
RSO-01	Rio com vegetação ciliar nas duas margens, localizado próximo à avenida que dá acesso à cidade de Sorocaba, onde verificam-se vários sinais de degradação.	23º31’00.47’’S 47º26’52.28’’O	

RSO-02	Rio com pouca ou nenhuma vegetação ciliar, localizado em um parque urbano destinado a recreação e lazer. Localizado em uma das principais vias de acesso da cidade, em área residencial e industrial.	23º28’05.23’’S 47º26’44.67’’O	
RSO-03	Rio com vegetação ciliar um pouco mais densa em relação aos demais pontos, situado em área industrial com vias pavimentadas. Localizado próximo a uma importante estação de tratamentos de efluentes da cidade.	23º28’10.77’’S 47º27’24.56’’O	
RSO-04	Margem esquerda do rio sem vegetação ciliar. Este ponto está situado em um bairro residencial e tem grande acesso de pessoas ao entorno. Apresenta sinais de degradação.	23º25’46.59’’S 47º27’06.50’’O	

RSO-05	Rio localizado em bairro residencial, com presença de vegetação ciliar estreita na margem esquerda e mais adensada na margem direita. Apresenta menores sinais de degradação em relação aos demais pontos.	23º26’21.70’’S 47º27’32.67’’O	
RSO-06	Rio com presença de vegetação ciliar um pouco adensada nas duas margens, situado em um bairro residencial. Poucos sinais de degradação.	23º24’28.26’’S 47º28’39.05’’O	
RSO-07	Rio com vegetação ciliar e, situado em uma via pavimentada e próximo a um Parque Natural Municipal, um pouco mais distante da área urbana.	23º25’46.06’’S 47º30’55.86’’O	

Tabela 2 – Descrição pontos de coleta nas várzeas do rio Sorocaba e coordenadas geográficas.

Pontos de Amostragem	Descrição	Coordenadas Geográficas	Local Amostrado
VSO-01	Lagoa marginal com presença de vegetação ciliar menos densa e com muitos sinais de degradação. Tem conexão com o rio somente em períodos de alta pluviosidade.	23º30’57.11’’S 47º26’56.85’’O	
VSO-02	Lagoa marginal circundada por vegetação ciliar em algumas de suas áreas, onde se observa alguns sinais de degradação. Localizada em um parque urbano, é frequentada para pesca.	23º28’03.91’’S 47º26’52.09’’O	
VSO-03	Lagoa marginal com vegetação ciliar mais densa, muito utilizada para pesca esportiva. Apesar de localizada em uma via pavimentada e ser acessada para pesca, não apresenta sinais de degradação.	23º27’55.31’’S 47º27’28.44’’O	

VSO-04	Várzea sem vegetação ciliar, pouco conectada com o rio e em local altamente urbanizado.	23º25’48.95’’S 47º27’07.11’’O	
VSO-05	Lagoa marginal sem vegetação ciliar onde há uma ciclovia entre o rio e a lagoa, dificultando sua conexão com o rio.	23º26’22.55’’S 47º27’42.24’’O	
VSO-06	Lagoa marginal com vegetação ciliar mais estreita em algumas regiões.	23º24’29.46’’S 47º28’35.08’’O	

VSO-07	Várzea extensa, localizada próximo ao Parque Natural Corredores da Biodiversidade. Conectada ao rio dispondo de vários tipos de hábitats disponíveis.	23º25’51.62’’S 47º30’53.06’’O	

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização Ambiental

Para a caracterização ambiental foram obtidas medidas de profundidade, largura, tipo de substrato, distância da área urbana e cobertura por macrófitas, de acordo com Silva, 2018. Para a avaliação das variáveis limnológicas foram coletadas amostras de água com o auxílio de uma garrafa Van Dorn (1L), acondicionadas em caixa térmica e levadas ao laboratório. Até o processamento das análises físicas e químicas, as amostras foram preservadas 4°C (+ - 2ºC). Foram obtidas as concentrações das variáveis sólidos suspensos totais e DBO_5 através de medidor de bancada. As variáveis turbidez, temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade foram mensuradas em laboratório, através do uso de equipamentos específicos (Tabela 3).

Tabela 3 – Variáveis avaliadas e método de análise.

Variável limnológica	Método de análise	Referência ou Equipamento
Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos	Medidor de bancada	Condutivímetro – Marca Digimed – Modelo DM 3
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5)	Polarográfico	APHA, AWWA e WPCF (1998)
Oxigênio Dissolvido	Medidor de bancada	Oxímetro – Marca Schott Instrument – Modelo Handylab OX1(Alemenha)
pH	Medidor de bancada	Medidor de pH – Marca DIgimed – Modelo - DMPH-2,
Temperatura	Termômetro	-
Turbidez	Medidor de bancada	2100P Turbidimeter – Marca HACH
Sólidos totais	Método gravimétrico	CETESB (1978)

4.2 Amostragem da ictiofauna

Para amostrar a ictiofauna foram realizadas coletas nos meses de fevereiro (período chuvoso) e junho (período seco) de 2017. Em cada ponto de coleta, no rio e nas várzeas, foram utilizadas 7 redes de espera com 10 m de comprimento e 1,5 m de altura, com diferentes tamanhos de malhas (3, 4, 5, 6, 8,10 e 12 cm entre nós opostos). As redes foram posicionadas nas margens dos locais amostrados onde permaneceram durante 12 horas, sendo instaladas ao entardecer e retiradas ao amanhecer. Para que se pudesse capturar o maior número possível de espécies também foi utilizado um puçá com medidas de 70 cm x 60 cm e malha de 1 mm, e uma rede de arrasto com 1,5 m de altura e 5 m de comprimento com malha de 1 cm entre nós opostos, ambos com esforço amostral de 30 minutos.

Os peixes capturados foram separados em sacos plásticos identificados com data e local e fixados em formalina 10%. Em seguida, foram levados ao Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas da Universidade Paulista *campus* Sorocaba, onde foram conservados em álcool 70%. Posteriormente, os indivíduos foram identificados com o auxílio de chaves de identificação (LANGEANI et al., 2007, OYAKAWA & MENEZES 2011) e confirmados pelo Prof. Dr. Francisco Langeani Neto, do Laboratório de Ictiologia da Universidade Estadual de São Paulo "Júlio de Mesquita Filho" São José do Rio Preto, SP. Os exemplares testemunhos foram depositados na Coleção de Peixes do Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional da Universidade Paulista, Sorocaba, SP (LEEF) e na Coleção de Peixes do Departamento de Zoologia e Botânica da Universidade Estadual de São Paulo "Júlio de Mesquita Filho" São José do Rio Preto, SP (DZSJRP). As coletas foram realizadas sob autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio, concedida através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade-SISBIO de n° 24151-1.

4.3 Análise dos dados

A análise de componentes principais foi usada para o tratamento dos dados obtidos através da caracterização ambiental, e desenvolvida a partir de uma matriz de correlação. O procedimento consiste em: (1) definir os novos eixos de direção e comprimento pelo cálculo dos autovetores e autovalores da matriz de correlação entre as variáveis; (2) calcular a correlações entre as variáveis e os eixos principais para a formação dos respectivos eixos; (3) calcular as coordenadas dos pontos observados nos novos eixos. Foram desconsiderados os valores inferiores a 0,4, para analisar apenas as maiores contribuições, com a finalidade de evitar erros

nas interpretações ecológicas dos resultados obtidos pela análise. Foi realizado também o agrupamento das várzeas em relação à abundância das espécies utilizando a análise de Cluster (distância euclidiana e ligação *Paired group*).

A partir dos dados da ictiofauna, tais como riqueza e abundância foram obtidos os seguintes dados:

A diversidade de espécies foi medida através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'):

$$\boldsymbol{H' - \sum_{i1}^{S} \frac{ni}{N} \ln \frac{ni}{N}}$$

onde ni é a abundância da espécie i, N é a abundância total da amostra e S a riqueza.

Este índice mede o grau de incerteza em predizer qual a espécie do indivíduo tomado ao acaso de uma coleção de S espécies e N indivíduos. Esta incerteza aumenta conforme aumenta o número de espécies e a distribuição dos indivíduos entre as espécies. H'= 0 quando existir uma única espécie na amostra e H' será máximo somente quando todas as espécies estiverem representadas pelo mesmo número de indivíduos.

O índice de dominância foi determinado pelo índice de Simpson (S):

$$\boldsymbol{C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{S} ni(ni-1)}{N(N-1)}}$$

onde ni é a abundância da espécie i e N é a abundância total da amostra. Este índice nos dá a probabilidade de dois indivíduos tomados ao acaso de uma população serem da mesma espécie. Portanto, se a probabilidade é alta, então a diversidade da comunidade é baixa. Este índice varia de 0 a 1 e quanto menor o valor obtido maior a diversidade (KREBS, 1989; MAGURRAN 2004).

Após a padronização das variáveis ambientais pela média da variável analisada, sua influência sobre a distribuição em abundância das principais espécies de peixes foi verificada através de uma análise de correspondência canônica (ACC). Para a realização de todas as análises foi utilizado o programa PAST (HAMMER et al. 2001).

Para o conjunto geral espécies amostradas e separadamente para o rio e as várzeas foi calculada a constância de ocorrência das espécies, determinada pela fórmula de Dajoz (1978):

$$C = p/P \times 100$$

onde C é valor de constância da espécie, p é número de coletas contendo a espécie estudada e P é número total de coletas efetuadas. A partir do resultado obtido nas análises, cada espécie foi classificada seguindo Dajoz (1978) em: constante, C > 50%; acessória, 25% < C < 50%; e acidental, C < 25%.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização ambiental e variáveis limnológicas

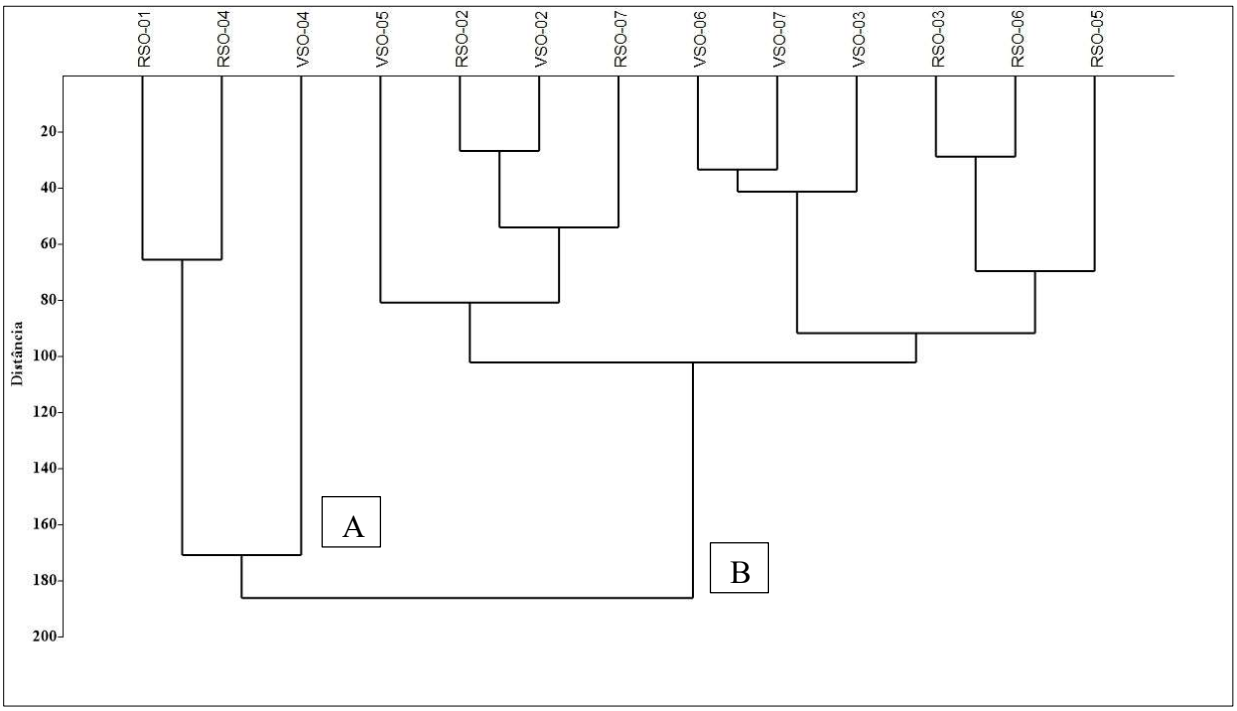
A largura das várzeas variou entre 13,5 e 82 m, enquanto a profundidade variou entre 0,55 e 0,20 m. No rio, a largura variou entre 11 e 18 m e a profundidade variou entre 0,12 e 0,20 cm (Tabela 4). O tipo de substrato encontrado tanto no rio quanto nas várzeas foi lodoso ou arenoso, com exceção somente do ponto VSO-02 que apresentou material vegetal em seu substrato, além de fundo arenoso. Das sete várzeas amostradas apenas duas não apresentaram macrófitas, VSO-01 e VSO-07.

Tabela 4 – Caracterização ambiental dos pontos de coleta nas várzeas e no rio Sorocaba: Largura (m), profundidade (m), tipo de substrato, distância da área urbana (m) e cobertura por macrófitas (%).

Ponto (várzeas)	**Largura (m)**	**Profundidade (m)**	**Substrato**	**Dist. Área Urbana (m)**	**% Macrófitas**
VSO-01	45,5	0,90	Lodoso	55 m	0
VSO-02	19,5	0,15	Arenoso e material vegetal	21,2	25
VSO-03	36	0,60	Lodoso/arenoso	46,2	25
VSO-04	47,5	0,55	Arenoso	166,6	100
VSO-05	82	0,20	Arenoso	35	25
VSO-06	20	0,90	Lodoso	50,5	25
VSO-07	13,5	0,90	Lodoso/arenoso	29,6	0
Ponto (rio)	**Largura (m)**	**Profundidade (m)**	**Substrato**	**Dist. Área Urbana (m)**	**% Macrófitas**
RSO-01	15,5	0,14	Lodoso	220	0
RSO-02	10,5	0,15	Arenoso	20	0
RSO-03	11	0,12	Lodoso	78,2	0
RSO-04	12,5	0,20	Lodoso/arenoso	245,8	0
RSO-05	13,5	0,18	Arenoso	125	0
RSO-06	12,5	0,12	Lodoso	106,9	0
RSO-07	18	0,20	Arenoso	29,3	0

Para verificar a distribuição dos pontos de coleta de acordo com as variáveis ambientais foi realizada uma análise de Cluster (Figura 3), onde os pontos de coleta foram separados em dois grupos principais, sendo que os que estão mais próximos (grupo A) são os que se encontram mais distantes da área urbana.

Figura 3 – Diagrama de Cluster elaborado a partir dos dados de caracterização ambiental nas várzeas e no rio. Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,8817.

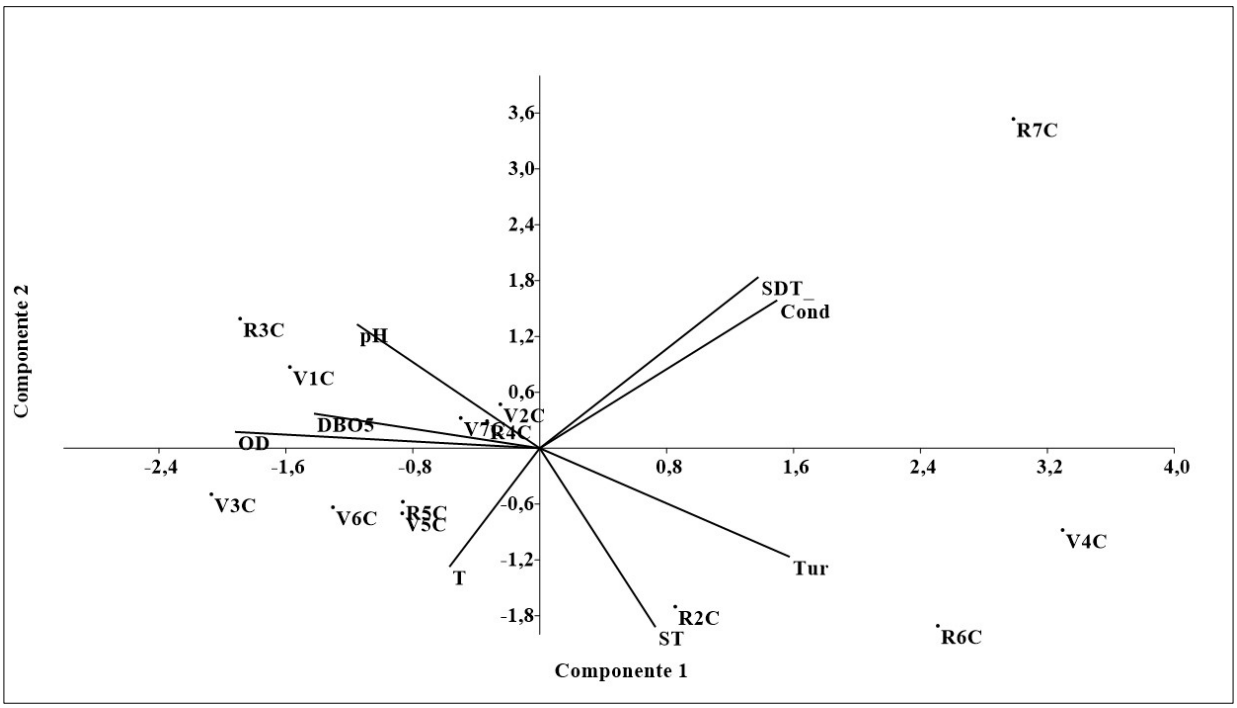


As análises físicas e químicas mostraram que no período chuvoso, os valores de OD no rio estiveram entre 1,32 e 5,35 mg/L, e nas várzeas entre 0,40 e 5,65 mg/L. A condutividade variou entre 95,3 e 316 $mS.cm^{-1}$ no rio e entre 57,2 e 208 $mS.cm^{-1}$ nas várzeas. Os valores de pH ficaram entre 7,01 e 8,29 no rio e 6,93 e 7,78 nas várzeas. Os sólidos totais dissolvidos variaram entre 33,3 e 184,6 ppm no rio e 19,29 e 84,2 nas várzeas. A temperatura esteve entre 20 e 26 ºC no rio e 20,5 e 29 ºC nas várzeas. A turbidez variou entre 26 e 207 no rio e 14 e 208 NTU nas várzeas. A DBO variou entre 0,83 e 3,18 no rio e 1,00 e 6,20 nas várzeas. Os sólidos totais variaram entre 9,7 e 95,00 no rio e 28,86 e 48,96 nas várzeas (Anexo A).

No período seco, os valores de OD no rio estiveram entre 4,24 e 7,16 mg/L, e nas várzeas entre 0,36 e 7,78 mg/L. A condutividade variou entre 92,05 e 133,8 mS.cm-1 no rio e entre 44,1 e 150,9 mS.cm-1 nas várzeas. Os valores de pH ficaram entre 7,2 e 7,57 no rio e 6,95 e 7,59 nas várzeas. Os sólidos totais dissolvidos variaram entre 34,9 e 52 ppm no rio e 12,86 e 58,6 nas várzeas. A temperatura variou de 16 a 20 ºC no rio e de 17 a 22 ºC nas várzeas. A turbidez esteve entre 13,2 e 71 NTU no rio e 12 e 483 NTU nas várzeas. A DBO variou entre 1,00 e 5,43 no rio e 1,3 e 4,77 nas várzeas. Os sólidos totais estiveram entre 4,00 e 27,00 no rio e 2,00 e 98,00 nas várzeas (Anexo A).

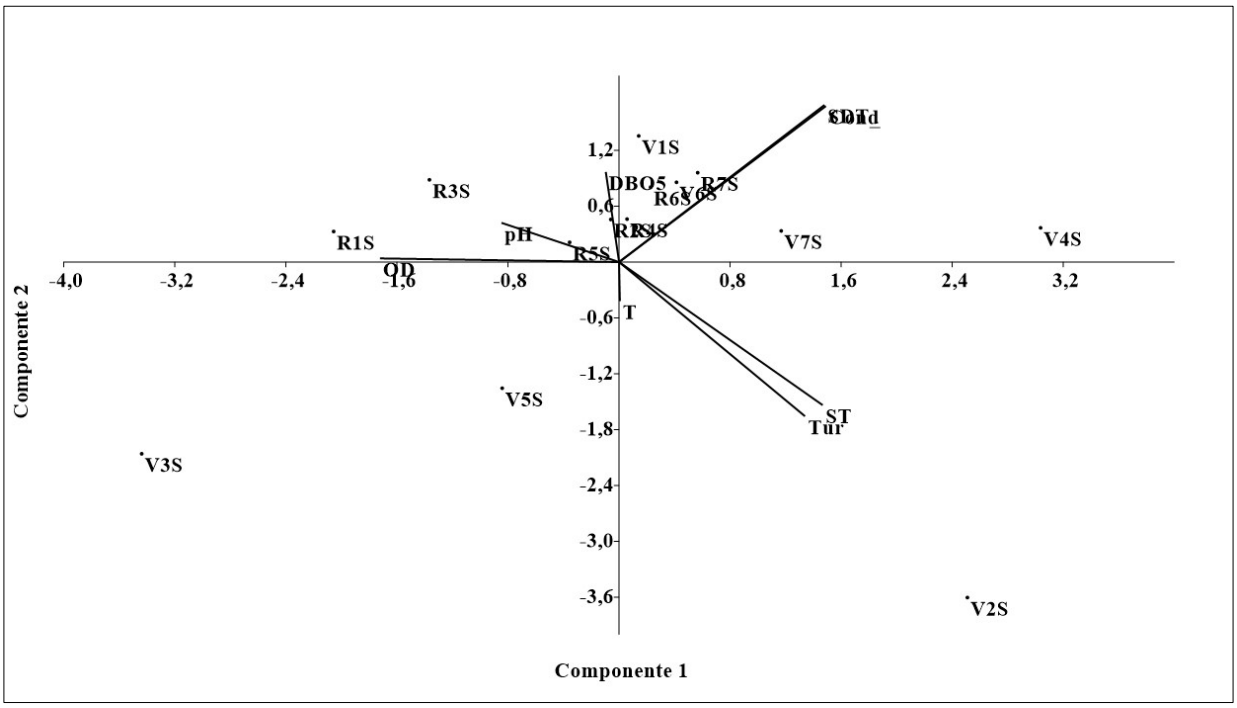
Para o período chuvoso, através da Análise de Componentes Principais foi possível verificar que os componentes 1 e 2 explicaram 67,84% do total de variação de dados (Anexo A). É possível verificar que as váriáveis sólidos totais dissolvidos, condutividade, turbidez e sólidos totais são responsáveis pela separação da maioria dos pontos do rio, enquanto as variáveis pH, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido e temperatura são responsáveis pela separação das várzeas (Figura 4).

Figura 4 – Resultado da Análise de Componetes Principais das variáveis limnológicas das várzeas e do rio no período chuvoso.



No período seco, os componentes 1 e 2 explicaram 58,66% do total de variação de dados (Anexo A). As variáveis sólidos totais dissolvidos, condutividade, sólidos totais e turbidez foram responsáveis pela separação da maioria dos pontos, tanto das várzeas quanto do rio, enquanto pH e OD separaram os pontos do rio RSO-03 e RSO-01. (Figura 5).

Figura 5 – Resultado da Análise de Componetes Principais das variáveis limnológicas das várzeas e do rio no período seco.



5.2 Ictiofauna

Os peixes coletados estão distribuídos em 32 espécies, 6 ordens e 13 famílias, sendo Characiformes e Siluriformes as ordens mais representativas, com 16 e 6 espécies respectivamente (Tabela 5). Foram coletadas 6 espécies exóticas: *Coptodon rendalli, Oreochromis niloticus, Pterygoplichthys ambrosettii, Poecilia reticulata, Poecilia vivípara* e *Xiphophorus* sp. No rio Sorocaba foram coletadas 22 espécies enquanto nas várzeas foram coletadas 28. Do total das 32 espécies coletadas quatro não foram coletadas nas várzeas: *Astyanax paranae*, *Hypostomus margaritifer*, *Pimelodella meeki* e *Synbranchus marmoratus* e 10 não foram coletadas no rio *Acestrorhynchus lacustris, Bryconamericus stramineus, Crenicichla britskii, Gymnotus carapo, Hyphessobrycon bifasciatus, Hyphessobrycon eques, Piabina argentea , Serrapinnus heterodon, Serrasalmus maculatus, Xiphophorus* sp. (Tabela 6).

Tabela 5 – Lista das espécies de peixes coletadas e seus respectivos vouchers.

CHARACIFORMES	
Acestrorhynchidae	
	Acestrorhynchus lacustris (Lütken, 1875) LEEF 0117
Characidae	
	Astyanax lacustris (Lütken 1875) DZSJRP 22632
	Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819) DZSJRP 22631
	Astyanax paranae Eigenmann, 1914 LEEF 0118
	Bryconamericus stramineus Eigenmann, 1908 LEEF 0119
	Hyphessobrycon bifasciatus Ellis, 1911 LEEF 0120
	Hyphessobrycon eques (Steindachner, 1882) LEEF 0121
	Piabina argentea Reinhardt, 1867 LEEF 0122
	Serrapinus heterodon (Eigenmann, 1915) DZSJRP 21418
	Serrapinnus notomelas (Eigenmann, 1915) LEEF 0123
Curimatidae	
	Cyphocharax modestus (Fernández-Yépez, 1948) DZSJRP 22633
	Cyphocharax nagelii (Steindachner, 1881) LEEF 0124
	Steindachnerina insculpta (Fernández-Yépez, 1948) LEEF 0125
Erythrinidae	
	Hoplias malabaricus (Block, 1794) LEEF 0126
Serrasalmidae	
	Serrasalmus maculatus Kner, 1858 DZSJRP 21422
Prochilodontidae	
	Prochilodus lineatus (Valenciennes,1836) LEEF 0127
GYMNOTIFORMES	
Gymnotidae	
	Gymnotus carapo Linnaeus, 1758 LEEF 0128
SILURIFORMES	
Callichthyidae	
	Hoplosternum littorale (Hancock, 1828) DZSJRP 19760
Heptapteridae	
	Pimelodella meeki Eigenmann, 1910 LEEF 0129
	Rhamdia quelen (Quoy and Gaimard, 1824) LEEF 0130
Loricariidae	
	Hypostomus ancistroides (Ihering, 1911) LEEF 0131
	Hypostomus margaritifer (Regan, 1908) LEEF 0132
	Pterygoplichthys ambrosettii Eigenmann & Kennedy, 1903 DZSJRP 21419
PERCIFORMES	
Cichlidae	
	Crenicichla lacustris (Castelnau, 1855) DZSJRP 21423
	Crenicichla britskii Kullander, 1982 LEEF 0133
	Geophagus brasiliensis (Quoy and Gaimard, 1824) DZSJRP 21424
	Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) LEEF 0134
	Coptodon rendalli (Boulenger, 1897) LEEF 0135

CYPRINODONTIFORMES	
Poeciliidae	
	Phalloceros harpagos Lucinda, 2008 LEEF 0136
	Poecilia reticulata Peters, 1859 DZSJRP 21420
	Poecilia vivípara Bloch & Schneider 1801 LEEF 0137
	Xiphophorus sp. LEEF 0138
SYNBRANCHIFORMES	
Synbranchidae	
	Synbranchus marmoratus Bloch, 1795 LEEF 0139

Tabela 6 – Espécies de peixes coletadas no rio Sorocaba e nas várzeas.

Espécies coletadas	Rio Sorocaba	Várzeas
Acestrorhynchus lacustris	-	X
Astyanax fasciatus	X	X
Astyanax lacustris	X	X
Astyanax paranae	X	-
Bryconamericus stramineus	-	X
Coptodon rendalli	X	X
Crenicichla lacustris	X	X
Crenicichla britskii	-	X
Cyphocharax modestus	X	X
Geophagus brasiliensis	X	X
Gymnotus carapo	-	X
Hoplias malabaricus	X	X
Hoplosternum littorale	X	X
Hyphessobrycon bifasciatus	-	X
Hyphessobrycon eques	-	X
Hypostomus ancistroides	X	X
Hypostomus margaritifer	X	-
Oreochromis niloticus	X	X
Phalloceros harpagos	X	X
Piabina argentea	-	X
Pimelodella meeki	X	-
Poecilia reticulata	X	X
Poecilia vivipara	X	X
Prochilodus lineatus	X	X
Pterygoplichthys ambrosettii	X	X
Rhamdia quelen	X	X
Serrapinnus notomelas	X	X
Serrapinnus heterodon	-	X
Serrasalmus maculatus	-	X
Steindachnerina insculpta	X	X
Synbranchus marmoratus	X	-
Xiphophorus sp.	-	X

Foram coletados ao todo 4193 indivíduos no rio e nas várzeas. Nas várzeas foram coletados 714 indivíduos na estação chuvosa e 369 na estação seca (Tabela 7), ao todo 1083 indivíduos. No rio, foram coletados 1637 indivíduos na estação chuvosa e 1473 na estação seca, ao todo 3110 indivíduos (Tabela 8). A espécie *Poecilia reticulata* foi a mais capturada nas várzeas, com 491 indivíduos, seguido por *Astyanax lacustris* com 268 indivíduos. No rio, a espécie mais capturada também foi *Poecilia reticulata* com 1419 indivíduos, seguido por *Poecilia vivipara* com 818 indivíduos. Tanto no rio quanto nas várzeas foi capturada a espécie migradora *Prochilodus lineatus*. Nas várzeas foram coletadas seis espécies exóticas: *Oreochromis niloticus, Phalloceros harpagos, Poecilia reticulata, Poecilia vivípara, Pterygoplichthys ambrosettii* e *Xiphophorus* sp. No rio, foram coletadas cinco espécies exóticas: *Oreochromis niloticus, Phalloceros harpagos, Poecilia reticulata, Poecilia vivipara e Pterygoplichthys ambrosettii*.

Tabela 7 – Abundância das espécies de peixes coletadas nas várzeas nos períodos seco e chuvoso.

Espécie	**VSO-01**		**VSO-02**		**VSO-03**		**VSO-04**		**VSO-05**		**VSO-06**		**VSO-07**		
	C	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	Total
Acestrorhynchus lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Astyanax fasciatus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Astyanax lacustris	0	0	0	0	5	7	69	0	1	0	185	1	0	0	268
Bryconamericus stramineus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Coptodon rendalli	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Crenicichla lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3
Crenicichla britskii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Cyphocharax modestus	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	44	0	0	0	54
Geophagus brasiliensis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Gymnotus carapo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hoplias malabaricus	3	2	0	4	2	0	0	0	0	0	2	7	4	0	24
Hoplosternum littorale	0	0	3	2	0	1	3	0	0	0	3	0	4	6	22
Hyphessobrycon bifasciatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Hyphessobrycon eques	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Hypostomus ancistroides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Oreochromis niloticus	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	7
Phalloceros harpagos	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Piabina argentea	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Poecilia reticulata	271	17	0	0	0	0	20	17	4	62	2	96	0	2	491
Poecilia vivipara	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Prochilodus lineatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Pterygoplichthys ambrosettii	5	0	3	0	2	0	7	0	0	0	4	0	1	2	24
Rhamdia quelen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Serrapinnus notomelas	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13

Serrapinnus heterodon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	118	0	0	127
Serrasalmus maculatus	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Steindachnerina insculpta	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Xiphophorus sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Total	281	19	12	6	28	22	109	19	20	64	254	226	10	13	1083

Tabela 8 – Abundância das espécies de peixes coletadas no rio Sorocaba nos períodos seco e chuvoso.

Espécie	**RSO-01**		**RSO-02**		**RSO-03**		**RSO-04**		**RSO-05**		**RSO-06**		**RSO-07**		
	C	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	Total
Astyanax fasciatus	0	0	2	2	0	0	0	3	0	1	2	1	0	0	11
Astyanax lacustris	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	10	1	1	0	18
Astyanax paranae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Coptodon rendalli	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Crenicichla lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Cyphocharax modestus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	4
Geophagus brasiliensis	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Hoplias malabaricus	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	7
Hoplosternum littorale	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Hypostomus ancistroides	0	1	0	3	1	4	0	1	0	0	0	0	2	1	13
Hypostomus margaritifer	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Oreochromis niloticus	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Phalloceros harpagos	0	0	737	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	737
Pimelodella meeki	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Poecilia reticulata	0	22	0	302	0	892	8	190	0	0	5	0	0	0	1419
Poecilia vivipara	0	0	0	0	548	0	0	0	59	0	165	0	46	0	818
Prochilodus lineatus	0	3	4	3	1	6	5	0	2	0	0	0	2	9	35
Pterygoplichthys ambrosettii	0	0	6	2	0	1	3	0	1	0	5	0	1	0	19
Rhamdia quelen	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	4
Serrapinnus notomelas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7
Steindachnerina insculpta	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Synbranchus marmoratus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	0	34	752	320	550	906	18	195	63	1	194	6	60	11	3110

Considerando o conjunto total dos dados, a constância de ocorrência das espécies mostrou a existência de sete espécies acessórias: *Astyanax fasciatus*, *Astyanax lacustris*, *Hoplias malabaricus, Hoplosternum littorale, Hypostomus ancistroides*, *Prochilodus lineatus* e *Pterygoplichthys ambrosettii*. A única espécie constante foi *Poecilia reticulata* e as demais foram acidentais. Em relação às espécies que foram coletadas no rio, os resultados dos cálculos da constância de ocorrência evidenciaram que três espécies foram classificadas como constantes: *Hypostomus ancistroides*, *Prochilodus lineatus* e *Pterygoplichthys ambrosettii*, e cinco espécies classificadas como acessórias: *Astyanax fasciatus, Astyanax lacustris, Hoplias malabaricus,*

Poecilia reticulata e *Poecilia vivipara*. As demais espécies foram consideradas acidentais. Das espécies coletadas nas várzeas, quatro espécies foram constantes: *Hoplias malabaricus, Hoplosternum littorale, Poecilia reticulata* e *Pterygoplichthys ambrosettii* e, uma espécie foi acessória: *Astyanax lacustris*. As demais espécies foram acidentais (Tabela 9). As várzeas apresentaram 23 espécies acidentais uma espécie acessória e quatro espécies constantes, enquanto o rio apresentou 14 espécies acidentais, cinco espécies acessórias e três espécies constantes.

Tabela 9 - Constância de ocorrência das espécies de peixes coletadas para o total de espécies, espécies coletadas no rio Sorocaba e espécies coletadas nas várzeas. (C – Constante: mais de 50%; A – Acessória: de 25 a 50%; AC – Acidental: até 25%).

Espécie	Total	Rio	Várzeas
Acestrorhynchus lacustris	AC	-	AC
Astyanax fasciatus	A	A	AC
Astyanax lacustris	A	A	A
Astyanax paranae	AC	AC	-
Bryconamericus stramineus	AC	-	AC
Coptodon rendalli	AC	AC	AC
Crenicichla lacustris	AC	AC	AC
Crenicichla britskii	AC	-	AC
Cyphocharax modestus	AC	AC	AC
Geophagus brasiliensis	AC	AC	AC
Gymnotus carapo	AC	-	AC
Hoplias malabaricus	A	A	C
Hoplosternum littorale	A	AC	C
Hyphessobrycon bifasciatus	AC	-	AC
Hyphessobrycon eques	AC	-	AC
Hypostomus ancistroides	A	C	AC
Hypostomus margaritifer	AC	AC	-
Oreochromis niloticus	AC	AC	AC
Phalloceros harpagos	AC	AC	AC
Piabina argentea	AC	-	AC
Pimelodella meeki	AC	AC	-
Poecilia reticulata	C	A	C
Poecilia vivipara	AC	A	AC
Prochilodus lineatus	A	C	AC
Pterygoplichthys ambrosettii	A	C	C
Rhamdia quelen	AC	AC	AC
Serrapinnus notomelas	AC	AC	AC
Serrapinnus heterodon	AC	-	AC
Serrasalmus maculatus	AC	-	AC
Steindachnerina insculpta	AC	AC	AC

Synbranchus marmoratus	AC	AC	-
Xiphophorus sp.	AC	-	AC

A maior riqueza de espécies foi observada nos pontos VSO-03 e VSO-06 ambos com 9 espécies, no período chuvoso. Pode-se observar que as várzeas apresentaram a maior riqueza de espécies que o rio. A maior abundância foi registrada no ponto RSO-03, com 906 indivíduos no período seco, seguido pelo ponto RSO-02, com 752 indivíduos, no período chuvoso. O maior valor de dominância (1) foi registrado no ponto RSO-05, no período seco, seguido pelo ponto RSO-03 nos períodos chuvoso (0,9927) e seco (0,9694). O maior valor de diversidade foi registrado no ponto VSO-03, no período chuvoso (1,626), seguido pelo ponto RSO-06 (1,561), no período seco. O maior valor de uniformidade (0,9697) foi registrado no ponto RSO-06, no período seco (Tabela 10).

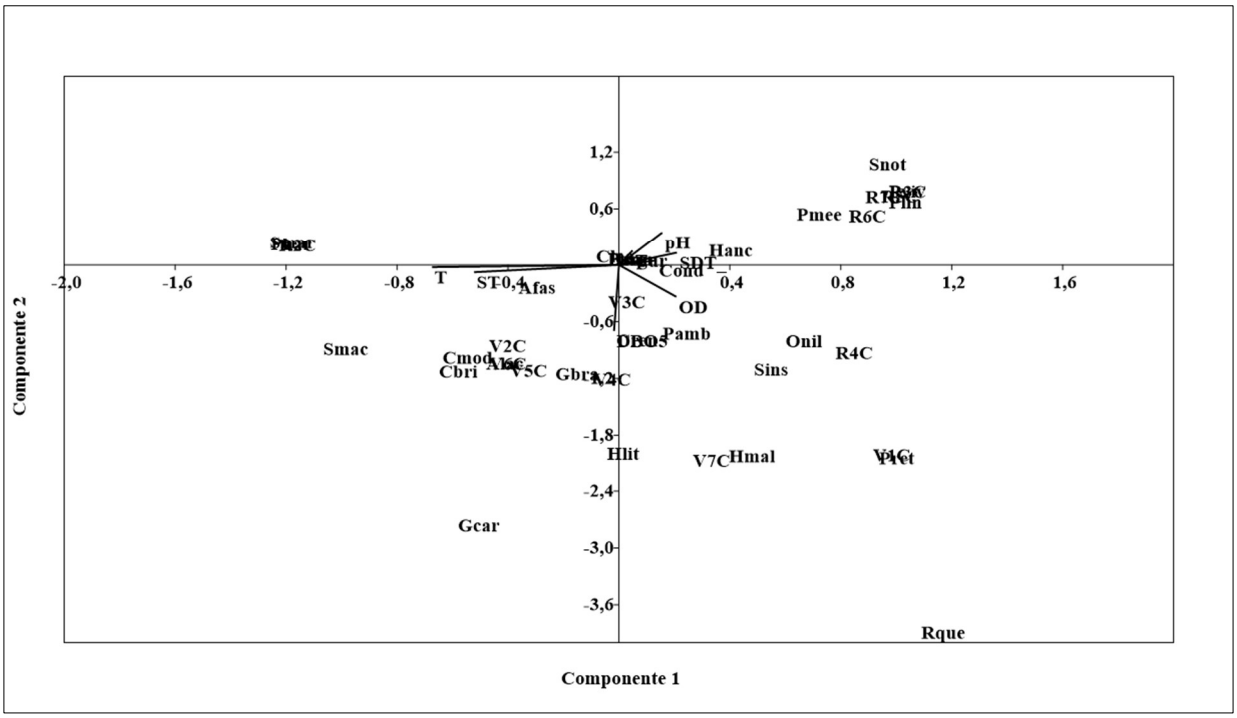
Tabela 10 - Riqueza (S), Abundância de indivíduos (A), Dominância (D), Diversidade de Shannon-Wiener (H'), e Uniformidade (E) da comunidade de peixes nos períodos chuvoso (C) e seco (S).

Ponto	Período	Riqueza (S)	Abundância (A)	Dominância (D)	Diversidade (H')	Uniformidade (E)
RSO-01	**C**	0	0	0	0	0
	S	7	34	0,4464	1,225	0,6298
VSO-01	**C**	5	281	0,9305	0,1952	0,1213
	S	2	19	0,8116	0,3365	0,4855
RSO-02	**C**	7	752	0,9606	0,1283	0,06595
	S	7	320	0,8913	0,3119	0,1603
VSO-02	**C**	5	12	0,25	1,474	0,9155
	S	2	6	0,5556	0,6365	0,9183
RSO-03	**C**	3	550	0,9927	0,02657	0,02419
	S	5	906	0,9694	0,09893	0,06147
VSO-03	**C**	9	28	0,2985	1,626	0,7401
	S	4	22	0,4545	0,9562	0,6898
RSO-04	**C**	4	18	0,3148	1,259	0,9082
	S	4	195	0,9497	0,1436	0,1036
VSO-04	**C**	7	109	0,4431	1,177	0,605
	S	2	19	0,8116	0,3365	0,4855
RSO-05	**C**	4	63	0,8786	0,3025	0,2182
	S	1	1	1	0	0
VSO-05	**C**	5	20	0,31	1,327	0,8247
	S	3	64	0,939	0,1607	0,1463
RSO-06	**C**	8	194	0,728	0,6824	0,3282
	S	5	6	0,2222	1,561	0,9697

VSO-06	**C**	9	254	0,5625	0,9376	0,4267
	S	8	226	0,4541	0,9305	0,4475
RSO-07	**C**	7	60	0,6044	0,8858	0,4552
	S	3	11	0,686	0,6002	0,5463
VSO-07	**C**	4	10	0,34	1,194	0,861
	S	5	13	0,2899	1,418	0,8811

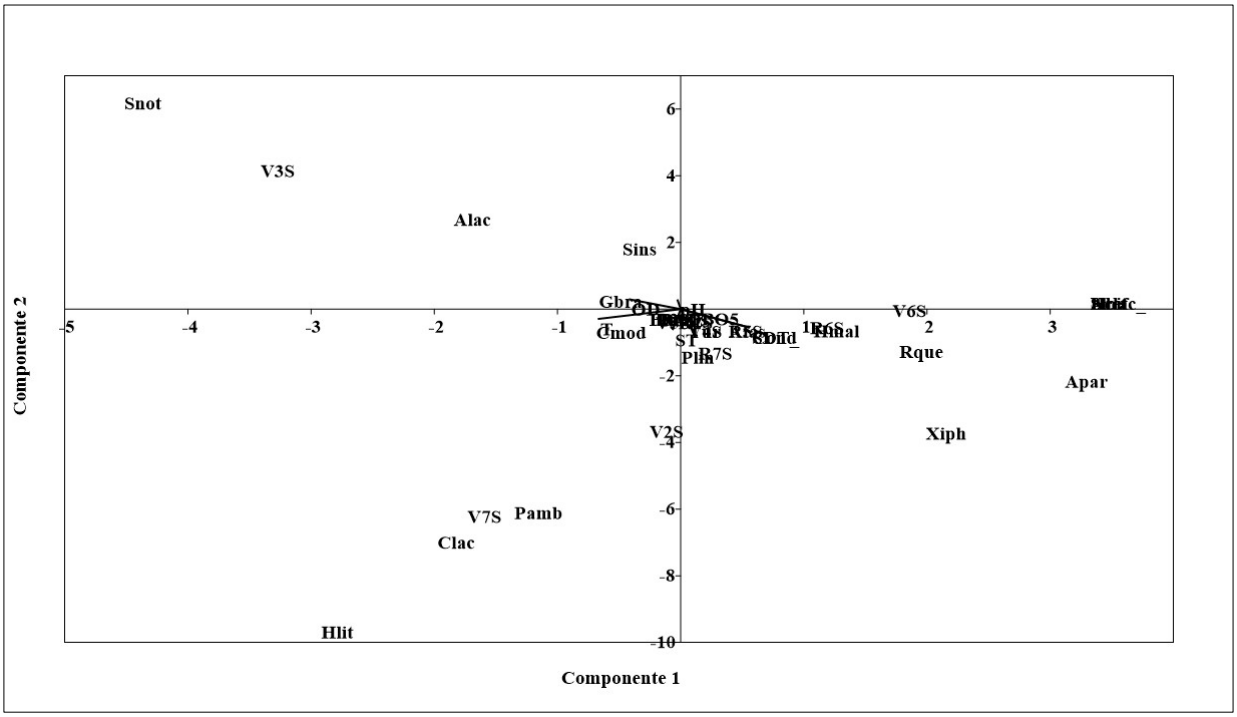
Os resultados da Análise de Correspondência Canônica resultaram em 2 eixos canônicos significativos, representados por Eixo 1 e Eixo 2. No período chuvoso, os dois primeiros eixos da análise explicaram 56,66% da ordenação (Anexo A). As principais variáveis que explicaram a distinção entre as várzeas, os rios e ictiofauna no período chuvoso foram: temperatura, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) e sólidos totais. Oxigênio dissolvido, pH, sólidos totais dissolvidos e turbidez foram inversamente proporcionais. As espécies *Astianax fasciatus*, *Astyanax lacustris, Crenicichla britskii* e *Geophagus brasiliensis* estão agrupadas principalmente pela variável DBO_5 em pontos de várzea, enquanto *Pterygoplichthys ambrosettii, Steindachnerina insculpta* e *Oreochromis niloticus* foram agrupadas pela variável oxigênio dissolvido (Figura 6).

Figura 6 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) realizada entre as assembleias de peixes e as variáveis ambientais juntamente com os pontos amostrados no período chuvoso.



Já no período seco, os dois primeiros eixos da CCA explicaram 67,26% da ordenação (Anexo A). As principais variáveis que explicaram a distinção entre as várzeas, os rios e ictiofauna no período seco foram: OD e temperatura, estando inversamente proporcionais a sólidos totais dissolvidos e condutividade. As espécies *Astyanax lacustris, Geophagus brasiliensis* e *Steindachnerina insculpta* estão agrupadas no mesmo quadrante em que se encontram as variáveis oxigênio dissolvido e pH. Já as espécies *Pterygoplichthys ambrosettii* e *Crenicichla lacustris* estão diretamente relacionadas ao ponto VSO-07 (Figura 7).

Figura 7 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) realizada entre as assembleias de peixes e as variáveis ambientais juntamente com os pontos amostrados no período seco.



6 DISCUSSÃO

Tratando-se da caracterização ambiental, o ciclo hidrológico interfere não apenas no pulso de inundação, mas também na alimentação e consequentemente na abundância das espécies. Entretanto, as chuvas atípicas que ocorreram no mês de junho proporcionaram os mesmos resultados em relação a profundidade e largura do rio e das várzeas amostradas, o que pode ter influenciado os resultados obtidos.

Em relação aos parâmetros limnológicos analisados, o pH é de grande importância pois influencia diretamente na fisiologia dos organismos. Em todos os pontos amostrados tanto nas várzeas quanto no rio, esse parâmetro apresentou valores entre 6 e 8, estando em conformidade com o valor estabelecido (6 a 9) pela Resolução CONAMA 357/2005 para a proteção da biota aquática. Em relação á condutividade elétrica, a mesma está relacionada com o aporte de sólidos dissolvidos e de despejos de efluente doméstico no ambiente aquático e é indicativa de modificações na composição da água, sendo que valores superiores a 100 µS/cm indicam a descarga de esgoto do local (CETESB, 2017). Os valores de condutividade foram elevados na maioria dos pontos amostrados tanto no rio quanto nas várzeas, sendo que os menores valores foram registrados no ponto VSO-03, no período seco. Os valores registrados de sólidos totais dissolvidos também estiveram dentro dos limites estabelecidos pela resolução Conama 357/2005 (500 mg/l).

A demanda bioquímica de oxigênio indica a presença de matéria orgânica no ambiente, proveniente do lançamento de esgoto doméstico, e quando encontrada em grande quantidade resulta na redução do oxigênio dissolvido (PETRY et al., 2016), sendo os maiores valores de DBO encontrados nos pontos VSO-07 e RSO-03. No ponto VSO-04 foi constatada a presença de danos na tubulação responsável pelo transporte de esgoto na região, o que pode ter contribuído para os altos valores de DBO. Nesse mesmo ponto pôde-se observar que a cobertura por macrófitas é de 100%, sendo a cobertura em sua totalidade pela espécie *Pistia stratiotes* (SILVA, 2018), conhecida popularmente como alface d'água. A presença dessa macrófita em grande quantidade pode estar relacionada ao despejo clandestino de esgoto nessa lagoa, o que causa também além do aumento da DBO o aumento da condutividade elétrica, levando ao aumento de macrófitas, além do ambiente lêntico favorecer sua ocorrência. Já a temperatura variou de acordo com a sazonalidade, já que as coletas foram realizadas em período nas estações de inverno e verão. É também é um parâmetro importante para ser analisado, pois está ligado a solubilidade do oxigênio na água. Pode reduzir a solubilidade do oxigênio dissolvido além de intensificar a decomposição de matéria orgânica no ambiente aquático (BUZELLI & CUNHA-SANTINO, 2013).

Os ambientes analisados apresentam alto grau de antropização, devido a estarem localizados estritamente em área urbana, porém, ainda assim pode-se considerar que o número de espécies encontradas continua relevante para as várzeas e para o rio Sorocaba, de acordo com o que já foi inventariado para a bacia do rio Sorocaba anteriormente (SMTIH; BARRELLA; BIAGIONI, 2014). Em relação à ictiofauna, foram encontradas as espécies que já eram esperadas para o rio Sorocaba (SMITH; BARRELA, 2003; SMITH, 2003) e também para as várzeas

(SMITH; BIAGIONI; MELLO, 2014). As duas ordens mais representativas coletadas, Siluriformes e Characiformes, também são típicas dos rios do Estado de São Paulo. De acordo com o Decreto Estadual – SP nº 60.133/2014 e com a Portaria do IBAMA MMA nº 445/2014, nenhuma das espécies inventariadas encontra-se declarada como ameaçada de extinção.

Os pontos que apresentaram os maiores valores de dominância foram os que obtiveram um grande número da mesma espécie coletados. Esses mesmos pontos também apresentaram baixa diversidade, pois quanto maior a dominância de espécies, menor a diversidade. Entre as espécies com maior abundância se encontram duas exóticas: *Poecilia vivipara* e *Poecilia reticulata*, que se tratam de espécies de pequeno porte que vivem abrigadas na vegetação marginal e são a base alimentar para os alguns peixes de maior porte. A espécie *Poecilia reticulata* é originária do litoral norte da América do Sul e foi introduzida para o controle de larvas de mosquito transmissores de doenças.

A elevada abundância de *Poecilia reticulata* e *Poecilia vivipara* constatada pode ser um indicativo da resposta das comunidades de peixes à degradação ambiental, devido à elevada tolerância à perda de qualidade ambiental que essas espécies apresentam (CUNICO et al., 2006; FERREIRA & CASATTI 2006; PINTO et al., 2006), o que também pode ser observado para a espécie *Phalloceros harpagos*. Outra espécie exótica coletada que apresentou uma ampla distribuição tanto nos rios quanto nas várzeas foi o cascudo *Pterygoplichthys ambrosettii*. Esse siluriforme tem sido encontrado com frequência tanto no rio Sorocaba quanto nas várzeas. Demais estudos têm mostrado que essa espécie vem se alastrando rapidamente pelos rios da bacia do Alto Paraná (GARCIA; CASIMIRO; ORSI, 2012).

A maior riqueza de espécies observada em VSO-03 e VSO-06 pode ser explicada devido a esses pontos apresentarem uma maior quantidade de vegetação ciliar e se encontrarem um pouco mais afastados da área urbana, o que pode ter contribuído para a ocorrência de uma maior quantidade de espécies nessas várzeas. O ponto VSO-06 se trata de uma área de várzea de extensão relativamente grande (em relação às demais várzeas amostradas) e que se conecta diretamente com o rio em períodos de alta precipitação formando uma série de diferentes hábitats, com maior heterogeneidade, proporcionando assim diversos locais de abrigo para a ictiofauna.

É sabido que a perda da vegetação ciliar reflete em modificações no hábitat nos ecossistemas aquáticos, o que afeta diretamente a qualidade desses ambientes (FERREIRA; CASATTI, 2006) e a estrutura do hábitat influencia na composição das assembleias de peixes. Os ambientes que apresentam uma riqueza maior de espécies são os que apresentam uma vegetação ciliar mais preservada dentre todos os pontos amostrados. A antropização também pode ser destacada como um fator importante, pois os ambientes menos urbanizados também

foram os que apresentaram a maior riqueza de espécies, assim pode-se constatar o quanto a urbanização pode interferir na composição e abundância das espécies no rio e nas várzeas, principalmente se tratando de ambientes urbanos.

Comparando-se as várzeas e os respectivos pontos amostrados do rio, pôde-se constatar que apenas quatro espécies do total não foram coletadas em nenhuma das várzeas, sendo 10 o número de espécies não coletadas no rio. Apesar de serem observadas características semelhantes em relação aos parâmetros físico-químicos no rio e nas várzeas, essa diferença pode ser atribuída ao fato de as várzeas apresentarem uma maior quantidade de hábitats em relação ao rio. Já as diferenças entre a ictiofauna das várzeas podem ser atribuídas às suas características naturais, como tamanho e a conexão com o rio (SMITH & BARRELLA 2000).

Especificamente sobre as várzeas urbanas, e no caso do rio Sorocaba, as mesmas apresentam espécies que podem se adaptar a locais mais urbanizados. A espécies *Hoplosternum littorale* é uma das espécies mais resistentes que foi coletada no rio e nas várzeas. Foi capturada mais nas várzeas do que no rio, provavelmente por sua preferência a ambientes lênticos. Também houve a ocorrência da espécie migradora *Prochilodus lineatus*, o que demonstra que há a presença dos hábitats necessários para que essa espécie consiga completar o seu ciclo reprodutivo.

De acordo com o Plano Diretor do Município de Sorocaba (Lei nº 11.022, de 16 de dezembro de 2014), trata-se de uma prioridade a manutenção da vegetação ciliar e outros tipos de cobertura vegetal a fim de possibilitar a permeabilidade do solo e a drenagem nas Áreas de Preservação Permanente. Tal objetivo pode ser alcançado através da implantação de parques urbanos com o intuito de se formar corredores ecológicos ao longo do rio Sorocaba e também de alguns de seus afluentes e de parques lineares que permitam conexões entre fragmentos de vegetação.

Assim como ocorre no município de Sorocaba, o crescimento de muitos municípios do interior do estado de São Paulo tem provocado um aumento na contaminação e no número de trechos de rios e córregos poluídos (SMITH; PETRERE 2000) e os impactos que esses rios sofrem ocorrem em velocidades maiores do que as adaptações das espécies a essas novas condições, causando a extinção de determinadas espécies da sua biota ou reduzindo a riqueza de espécies, inclusive de peixes (SMITH, 2003).

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos em relação à comunidade de peixes do rio Sorocaba e suas várzeas urbanas, podemos constatar que as mesmas apresentam uma grande quantidade de hábitats disponíveis para que a ictiofauna se estabeleça, contribuindo significativamente para a manutenção da ictiofauna do rio. Foi possível verificar que as várzeas apresentam em sua maioria boas condições ambientais de acordo com a caracterização ambiental apresentada, demonstrando o motivo pelo qual abriga o total de mais de 30 espécies de peixes até presente estudo. Levando em consideração a falta de estudos especificamente em várzeas urbanas e considerando a importância dessas áreas para a ictiofauna, ainda se faz necessário um acompanhamento constante da influência das perturbações antrópicas sobre a ictiofauna das várzeas urbanas. Pode-se concluir que as várzeas são ambientes com maior quantidade de hábitats do que o rio, o que já era esperado, e por conter maior quantidade de ambientes disponíveis a quantidade de espécies tende a aumentar.

O intuito desse estudo é contribuir com a elaboração de políticas públicas específicas em relação à proteção das várzeas urbanas, considerando que as mesmas se encontram terminantemente ameaçadas não somente em relação à antropização, poluição e perda de hábitats, mas também em decorrência da Lei de Proteção da Vegetação Nativa. A relação entre a pesquisa e o poder público deve ser intensificada nesse sentido, e para que se possa demonstrar o valor das várzeas urbanas aos governantes é preciso cada vez mais estudá-las e divulgar sobre sua importância em relação à fauna, e também em relação aos serviços ecossistêmicos por elas oferecidos.

8 REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. **International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 4, n. 3, p. 267-280, 2004.

ARONSON, M. FJ et al. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. In: **Proc. R. Soc. B**. The Royal Society, 2014.

ARRINGTON, D. A.; WINEMILLER, K. O. Habitat affinity, the seasonal flood pulse, and community assembly in the littoral zone of a Neotropical floodplain river. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 25, n. 1, p. 126-141, 2006.

ARTHINGTON, A. H. et al. Biodiversity values of remnant freshwater floodplain lagoons in agricultural catchments: evidence for fish of the Wet Tropics bioregion, northern Australia. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 25, n. 3, p. 336-352, 2015.

ARTHINGTON, Angela H. et al. Biodiversity values of remnant freshwater floodplain lagoons in agricultural catchments: evidence for fish of the Wet Tropics bioregion, northern Australia. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 25, n. 3, p. 336-352, 2015.

AZEVEDO-SANTOS, V.M.; FEARNSIDE, P.M.; OLIVEIRA, C.S. et al. Removing the abyss between conservation science and policy decisions in Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, n. 7, p. 1745-1752, 2017.

BEESLEY, L. et al. Optimising environmental watering of floodplain wetlands for fish. **Freshwater biology**, v. 59, n. 10, p. 2024-2037, 2014.

BRASIL. **Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso: em 15 mai. 2017.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Revista Ambi-Água**, v. 8, n° 1, p. 186 - 205, 2013.

CALHEIROS, R.; LIMA, S.; FANTIN, A. Caracterização do estado e uso das várzeas e consequente impacto ambiental na microbacia do Rio Camanducaia, afluente do Rio Jaguari, SP, 2000.

CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna/Changes in the Brazilian Forest Code: potential impacts on the ichthyofauna. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 31, 2010.

CASTELLARI, R. R.; TEIXEIRA, A. J. B. L.; SMITH, W. S. Tour do Rio Sorocaba - uma proposta para educação ambiental em ambiente urbano. In: SMITH, W. S. **Conectando peixes, rios e pessoas: como o homem se relaciona com os rios e com a migração de peixes**. Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014, p. 50 – 59.

CLARO-JR, L. et al. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 133-137, 2004.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. Disponível em:<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017

CUNHA, C. N. D.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. Classificação e delineamento das áreas úmidas Brasileiras e de seus macrohabitats. **EdUFMT, Cuiabá**, 2015.

CUNICO, A. M. et al. Influência do nível hidrológico sobre a assembleia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 24, n. 0, p. 383–389, 2008.

DAJOZ, Roger. **Ecologia geral**. Petrópolis: Vozes, 1978.

DA LUZ, S.; LIMA, H. C.; SEVERI, W. Composição da ictiofauna em ambientes marginais e tributários do Médio-Submédio rio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, 2012.
DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Vozes, 1978.

DE CASTRO, R. J.; FORESTI, F.; CARVALHO, E. D. Composição e abundância da ictiofauna na zona litorânea de um tributário, na zona de sua desembocadura no reservatório de Jurumirim, Estado de São Paulo, Brasil-DOI: 10.4025/actascibiolsci. v25i1. 2084. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 1, p. 63-70, 2008.

DE SANTANA, A. O. et al. **Diversidade da ictiofauna num riacho no alto da bacia do rio Paraná**, Goiás, Brasil Central. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. 2007.

ECHEVARRÍA, G.; MACHADO-ALLISON, A. Comunidades de peces en planicies de inundación de ríos tropicales: Factores que intervienen en su estrutura. Fish communities in

floodplains of tropical rivers: Structure factors. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**, v. 1, p. 35-67l 2014.

FERREIRA, C. P.; CASATTI, L. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, p. 642-651, 2006.

GARCIA, D. A. Z.; CASIMIRO, A. C. R.; ORSI, M. L. Introduction of the armored catfish, *Pterygoplichthys ambrosettii* (Holmberg, 1893), in a large effluent of the Upper Parana River Basin. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 28, n. 1, p. 138-139, 2012.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 60.133/2014. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as deficientes de dados para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas, 2014.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Paleontological statistics software: Package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, n. 4, 2001.
ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, **Lista de espécies ameaçadas.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies, 2014>. Acesso em 8 outubro 2017.

IBAMA, MMA. Lista das Espécies da Fauna Brasileira ameaçadas de extinção vigentes. Portarias MMA n° 444/2014 e 445/2014.

JUNK, W. J. et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 24, n. 1, p. 5-22, 2014.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: **Proceedings of the International Large River Symposium. Dodge, DP (Ed). Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci**. 1989. p. 110-127.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: avanços e conquistas recentes. **Boletim ABLimno**, v. 41, n. 2, p. 20-24, 2015.
KREBS, C. J. et al. **Ecological methodology**. New York: Harper & Row, 1989.

LANGEANI, Francisco et al. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 181-197, 2007.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. John Wiley & Sons, 2013.

MITSCH, W. J.; BERNAL, B.; HERNANDEZ, M. E. Ecosystem services of wetlands. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, p. 1-4, 2015.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON, Mark VH. **Fishes of the World**. John Wiley & Sons, 2006.

ORSI, M. L.; CARVALHO, E. D.; FORESTI, F. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) do médio rio Paranapanema, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, p. 207-218, 2004.

OYAKAWA, O. T.; MENEZES, N. A. Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 19-32, 2011.

PELICICE, Fernando M. et al. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. **Fish and Fisheries**.

PETRY, C. T. et al. Integrated assessment of chemical quality and genotoxicity of the water of the Luiz Rau Stream in the lower stretch of the Sinos River Basin, in South Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 4, p. 867–877, dez. 2016.

PIEDADE, M. T. F. et al. As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal Brasileiro. In: Comitê Brasil em defesa das florestas e do desenvolvimento sustentável. **Código Florestal e Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber**. Brasília, 2012, p. 9 - 17.

PIELOU, E. C. **The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination**. John Wiley & Sons, 1984.

PINTO, B.C.T., PEIXOTO, M.G., ARAÚJO, F.G. Effects of the proximity from an industrial plant on fish assemblages in the rio Paraíba do Sul, southeastern Brazil. **Neotrop. ichthyol**. v.4 n.2, 2006.

PORATH, S. L. et al. A paisagem de Rios Urbanos: A presença do rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau. 2004. 150f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

REIS, E.; LÓPEZ-IBORRA, G. M.; PINHEIRO, R. T. Changes in bird species richness through different levels of urbanization: Implications for biodiversity conservation and garden design in Central Brazil. **Landscape and Urban Planning**, v. 107, n. 1, p. 31-42, 2012.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Edipucrs, 2003.

SILVA, F. L. Várzeas urbanas: uma abordagem ecológica aplicada para o seu manejo. 118 f. Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2018.

SMITH, W. S. **Os peixes do rio Sorocaba: a história de uma bacia hidrográfica**. Editora TCM Comunicação, 2003.

SMITH, W. S.; BARRELLA, W. The ichthyofauna of the marginal lagoons of the Sorocaba River, SP, Brazil: composition, abundance and effect of the anthropogenic actions. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 4, p. 627-632, 2000.

SMITH, W. S.; BIAGIONI, R. C.; BARRELA, W. Ictiofauna do Município de Sorocaba. In **Biodiversidade do Município de Sorocaba**. 1ª ed. Sorocaba: 2014. 158-172, 2014.

SMITH, W. S.; PETRERE JR, M. Caracterização limnológica da bacia de drenagem do Rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 12, n. 2, p. 15-27, 2000.

SMITH, W. S.; PETRERE JR, M.; BARRELLA, V. Fish, Sorocaba river sub-basin, state of São Paulo, Brazil. **Check List**, v. 3, n. 3, p. 282-286, 2007.

SMITH, W. S.; PETRERE JR, M.; BARRELLA, W. The fish community of the Sorocaba River Basin in different habitats (State of São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 4, p. 1015-1025, 2009.

SOROCABA. **Lei n° 11.022, de 16 de dezembro de 2014** - Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial do Município de Sorocaba e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a2/plano-diretor-sorocaba-sp>. Acesso em 07 out. 2017.

STOFFELS, R. J. et al. Dynamics of fish dispersal during river-floodplain connectivity and its implications for community assembly. **Aquatic sciences**, v. 78, n. 2, p. 355-365, 2016.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67–75, dez. 2010.

VILLARES JR, G. A.; GOMIERO, L. M.; GOITEIN, R. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Salminus hilarii* Valenciennes 1850 (Osteichthyes, Characidae) em um trecho da bacia do rio Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, p. 407-412, 2007.

ZAR, J. H. Circular distributions: descriptive statistics and circular distributions: hypothesis testing. **Biostatistical analysis. Fourth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA**, p. 592-663, 1999.

Capítulo II: Comparação entre as assembleias de peixes das várzeas urbanas do rio Sorocaba

1 INTRODUÇÃO

As várzeas são importantes para a manutenção e integridade da biodiversidade, entretanto, estão em constante ameaça em decorrência da antropização (BEESLEY et al., 2014, MITSCH et al., 2015). São consideradas essenciais para as espécies de peixes, pois funcionam como berçários naturais abrigando suas formas jovens e oferecendo recursos alimentares (SMITH & BARRELA 2000, PORATH 2004), sendo também indispensáveis para as espécies migradoras (AGOSTINHO et al., 2004). É durante as inundações dessas áreas que acontecem grandes mudanças na estrutura do sistema, ocorrendo a transferência de matéria e energia e os peixes podem se locomover entre a planície de inundação e o rio. Durante o período de inundação a conectividade entre os corpos d'água promove a dispersão dos peixes para as áreas adjacentes, e as comunidades locais são ligadas através de conexões entre o rio e a várzea, sendo assim, a cada período de inundação haverá uma mudança na estrutura da comunidade (STOFFELS et al., 2016).

Atividades antrópicas às quais as várzeas são submetidas podem afetar a ictiofauna através de modificações em seu hábitat e na oferta de recursos, acarretando a diminuição de alimentos disponíveis, modificações nos locais de reprodução e no desenvolvimento de ovos e larvas (CLARO et al., 2004). Segundo Casatti (2010) tais aspectos poderão causar ainda alterações na entrada de material orgânico e inorgânico no curso d'água o que poderá alterar o funcionamento do rio e afetar diretamente toda a comunidade íctica.

Apesar da importância das várzeas já ter sido comprovada através de inúmeras pesquisas que evidenciaram sua relevância para a conservação da biodiversidade, principalmente para a ictiofauna, as várzeas urbanas continuam sendo um dos ambientes mais ameaçados, menos protegidos e estudados (PIEDADE et al., 2012). As áreas remanescentes de várzeas dos rios urbanos desempenham um papel de proteção, estabelecimento e continuidade das comunidades de peixes que persistem nesses rios apesar da intensa urbanização que ocorre nesses locais. O conhecimento de sua ictiofauna é um importante instrumento para que se possam estabelecer Políticas Públicas locais de conservação. Cabe então aos municípios elaborarem medidas que tragam a devida proteção e favoreçam suas várzeas. Com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa – LPVN (Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012) as várzeas se tornaram ainda mais

vulneráveis pois a área a ser protegida é definida pela “borda da calha do leito regular”, e não mais no “leito maior” do curso d’água, não levando em consideração as variações laterais dessas áreas que ocorrem ao longo do ano.

Ao longo do trecho urbano do rio Sorocaba são encontradas inúmeras várzeas, que estão conectadas com o rio ou não (SMITH; BIAGIONI; BARRELA, 2014). Nessas áreas, ocorrem lagoas marginais onde Smith e Barrella (2000) realizaram um estudo entre os anos de 1993 e 1994 constatando que as mesmas apresentavam melhores condições para a ictiofauna do que o próprio rio. Após o processo de despoluição iniciado no ano de 2000, o rio Sorocaba encontra-se em boas condições em relação às margens, que foram gradativamente recuperadas, lançamento de efluentes, os quais recebem o tratamento adequado e qualidade da água (SMITH; BIAGIONI; BARRELA, 2014), entretanto, mudanças na legislação estão contribuindo de modo significativo para que o trabalho de recuperação ambiental que tem sido feito no rio, não se estenda às várzeas.

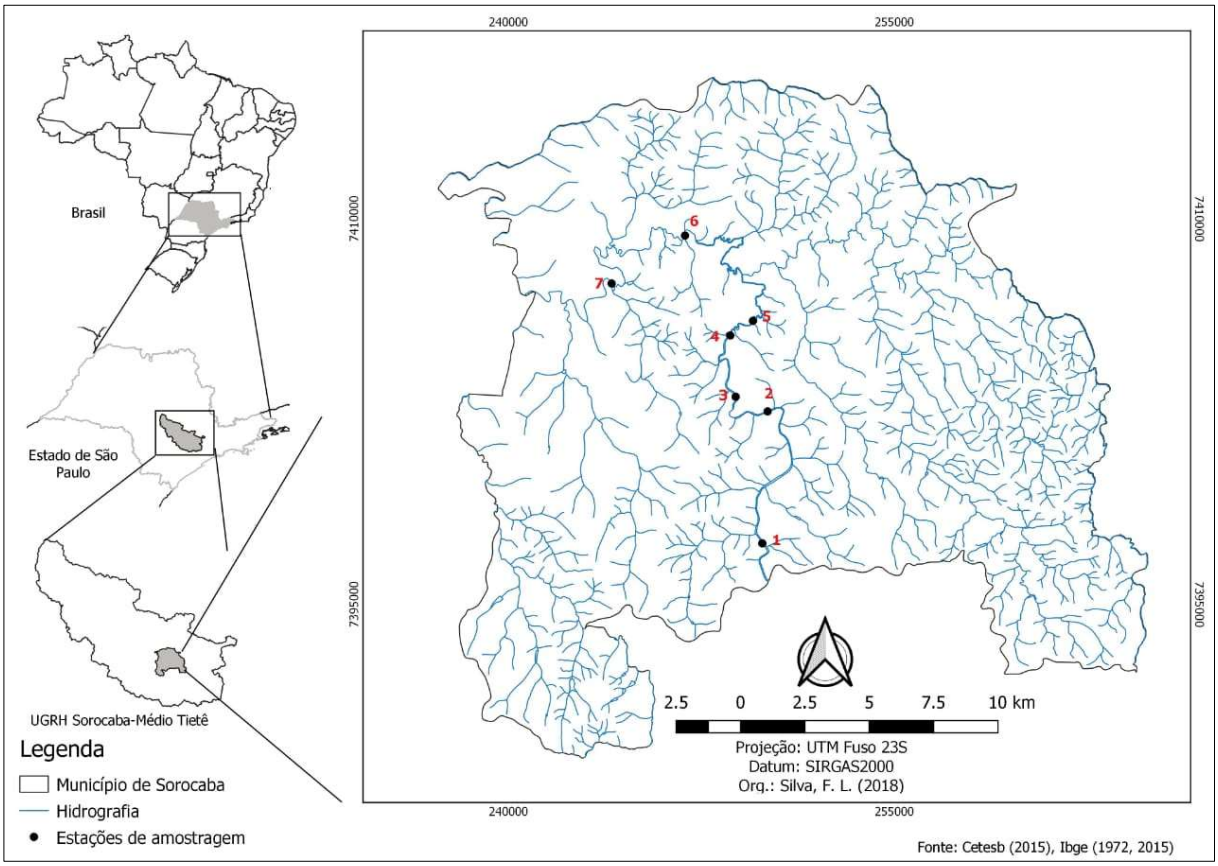
É importante ressaltar que de acordo com o Plano Diretor do município de Sorocaba (Lei nº 11.022, de 16 de dezembro de 2014), trata-se de uma prioridade a manutenção da vegetação ciliar e outros tipos de cobertura vegetal a fim de possibilitar a permeabilidade do solo e a drenagem nas Áreas de Preservação Permanente. Não obstante, foi promulgada recentemente a Lei nº 12.059, de 29 de agosto de 2019, que institui o programa Refúgios da Biodiversidade no município. Nessa Lei, são considerados Refúgios “lagos, várzeas, alagados e brejos na faixa de 30 metros do leito do curso d’água” (entre outros), sendo que nessas faixas não é permitida a roçagem sem devida autorização, para que sejam preservados os hábitats existentes nesses locais, que abrigam parte de biodiversidade urbana. (SOROCABA,2019). Para que a conservação das várzeas urbanas aconteça de forma efetiva, é necessário que políticas públicas sejam implementadas, e para que isso ocorra é preciso demonstrar que as várzeas das cidades contribuem para a preservação da biodiversidade e para a qualidade dos rios urbanos, além de todos os outros serviços ecossistêmicos que oferecem. Diante do exposto e devido à carência de estudos específicos sobre as várzeas urbanas, este trabalho contribui para o entendimento da importância desses ambientes e seu papel para as comunidades de peixes, mostrando que as várzeas devem ser protegidas por políticas públicas municipais uma vez que a legislação vigente não prevê a sua proteção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Sorocaba em sete várzeas encontradas ao longo do rio Sorocaba (Figura 1), que é o principal afluente da margem esquerda do rio Tietê e um importante manancial para a captação e o abastecimento de cidades pertencentes à bacia. O rio Sorocaba percorre 227 km considerando seu trajeto natural e deságua no rio Tietê em seu trecho médio superior, no município de Laranjal Paulista (SMITH, 2003).

Figura 1 – Localização das várzeas amostradas ao longo do rio Sorocaba, SP, Brasil.



Autor: Fábio Leandro da Silva.

2.2 Caracterização ambiental

Para a caracterização ambiental foram coletadas amostras de água com o auxílio de uma garrafa Van Dorn (1L), acondicionadas em caixa térmica e levadas ao laboratório. Até o

processamento das análises físicas e químicas, as amostras foram preservadas à temperatura de 4°C (+ - 2ºC). Foram obtidas as concentrações das variáveis temperatura, sólidos suspensos totais, sólidos totais dissolvidos, condutividade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5), oxigênio dissolvido, pH e turbidez através de medidores de bancada (Condutivímetro Digimed – DM 3, Oxímetro Schott Instrument – Handylab OX1, Medidor de pH DIgimed – DMPH-2 e 2100P Turbidimeter – HACH).

2.3 Amostragem da ictiofauna

Para amostrar a ictiofauna foram realizadas coletas nos meses de fevereiro (período chuvoso) e junho (período seco) de 2017 para que se pudessem ser incluídas quaisquer espécies que sofram influência da sazonalidade. Em cada ponto de coleta, foram utilizadas sete redes de espera com 10 m de comprimento e 1,5 m de altura, com diferentes tamanhos de malhas (3, 4, 5, 6, 8,10 e 12 cm entre nós opostos), permanecendo por 12 horas. Foi utilizado ainda um puçá com medidas de 70 cm x 60 cm e malha de 1 mm, com esforço amostral de 30 minutos e uma rede de arrasto com 1,5 m de altura e 5 m de comprimento com malha de 1 cm entre nós opostos, também com esforço amostral de 30 minutos.

Os peixes coletados foram separados em sacos plásticos identificados com data e local e fixados em formalina 10%. Em seguida foram levados ao Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas da Universidade Paulista, *campus* Sorocaba/SP, onde foram conservados em álcool 70% e identificados com o auxílio de chaves de identificação (LANGEANI et al*.,* 2007, OYAKAWA & MENEZES 2011). e confirmados pelo Prof. Dr. Francisco Langeani Neto, do Laboratório de Ictiologia da Universidade Estadual de São Paulo "Júlio de Mesquita Filho" São José do Rio Preto, SP. Os exemplares testemunhos foram depositados na Coleção de Peixes do Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional da Universidade Paulista, Sorocaba, SP (LEEF) e na Coleção de Peixes do Departamento de Zoologia e Botânica da Universidade Estadual de São Paulo "Júlio de Mesquita Filho" São José do Rio Preto, SP (DZSJRP). As coletas foram realizadas sob autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBio, concedida através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade-SISBIO de n° 24151-1.

2.4 Análise dos dados

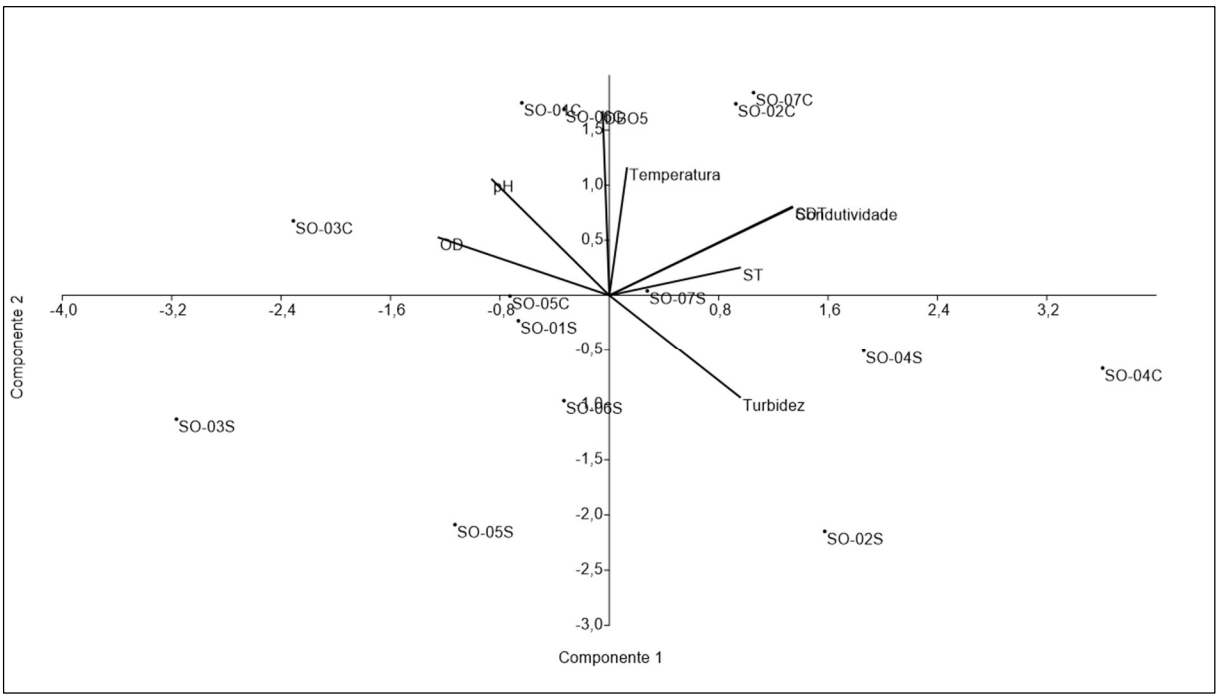
Foi realizada uma Análise de Componentes Principais para o tratamento dos dados obtidos através da caracterização ambiental desenvolvida a partir de uma matriz de correlação. Foram desconsiderados os valores inferiores a 0,3, para analisar apenas as maiores contribuições. A partir dos dados da ictiofauna, como riqueza e abundância, foram obtidos a diversidade de espécies através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e o índice de dominância para cada várzea e cada época do ano. Foi elaborada a curva de abundância relativa plotando o log da abundância de indivíduos (n+1) de cada espécie (ordenada) desde a mais abundante até a menos abundante (abscissa) (Brower & Zar 1984). Para o total de espécies foi calculada a constância de ocorrência das espécies, determinada pela fórmula de Dajoz (1978): $C = p/P \times 100$ onde C é valor de constância da espécie, p é número de coletas contendo a espécie estudada e P é número total de coletas efetuadas. A partir do resultado obtido nas análises, cada espécie foi classificada seguindo Dajoz (1978) em: constante, $C > 50\%$; acessória, $25\% < C < 50\%$; e acidental, $C < 25\%$. Foi realizado também o agrupamento das várzeas em relação à abundância das espécies utilizando a análise de Cluster (distância euclidiana e ligação *Paired group*). A influência das variáveis ambientais sobre a distribuição em abundância das espécies de peixes foi verificada através da Análise de Correspondência Canônica. Para a realização das análises foi utilizado o programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

3 RESULTADOS

3.1 Variáveis ambientais

A Análise de Componentes Principais mostrou que os dois primeiros eixos explicam juntos 61,48% da variação observada (Anexo B). O primeiro eixo mostra a separação das várzeas VSO-03, VSO-05, VSO-06 e VSO-01, através das variáveis pH, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio das várzeas VSO-02, VSO-07 e VSO-04, separadas pela temperatura, turbidez, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos e condutividade. Já o segundo eixo separou as várzeas em relação a sazonalidade (períodos seco e chuvoso) (Figura 2). Observa-se que as variáveis condutividade, sólidos totais dissolvidos, turbidez e sólidos totais e estão negativamente correlacionadas com o oxigênio dissolvido e o pH.

Figura 2 – Resultado da Análise de Componentes Principais.



3.2 Caracterização da ictiofauna

Foram coletados 1083 indivíduos distribuídos em 28 espécies, cinco ordens e 12 famílias. A espécie *Poecilia reticulata* foi a mais abundante com 491 indivíduos, seguida por *Astyanax lacustris* com 268 e *Serrapinnus heterodon* com 127 indivíduos. Cinco espécies invasoras foram identificadas: *Oreochromis niloticus, Pterygoplichthys ambrosettii, Xiphophorus* sp., *Poecilia reticulata* e *Poecilia vivipara*. A espécie migradora *Prochilodus lineatus* foi reportada em uma das várzeas estudadas. A grande maioria das espécies foi considerada acidental (22), sendo cinco espécies acessórias e uma constante (Tabela 1).

Tabela 1 – Abundância das espécies de peixes coletadas nos períodos chuvoso e seco e Constância de Ocorrência para o total de espécies nos períodos chuvoso e seco. (C – Constante: mais de 50%; A – Acessória: de 25 a 50%; AC – Acidental: até 25%).

Ordem/Família/Espécie	**VSO-01**		**VSO-02**		**VSO-03**		**VSO-04**		**VSO-05**		**VSO-06**		**VSO-07**		**Constância de Ocorrência**
	C	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	**C**	**S**	
Characiformes															
Acestrorhynchidae															
Acestrorhynchus lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	AC
Characidae															
Astyanax fasciatus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	AC

Astyanax lacustris	0	0	0	0	5	7	69	0	1	0	185	1	0	0	A
Bryconamericus stramineus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Hyphessobrycon bifasciatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	AC
Hyphessobrycon eques	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Piabina argentea	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Serrapinnus heterodon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	118	0	0	AC
Serrapinnus notomelas	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Curimatidae															
Cyphocharax modestus	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	44	0	0	0	AC
Steindachnerina insculpta	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	A
Erythrinidae															
Hoplias malabaricus	3	2	0	4	2	0	0	0	0	0	2	7	4	0	A
Serrasalmidae															
Serrasalmus maculatus	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	AC
Prochilodontidae															
Prochilodus lineatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	AC
Gymnotiformes															
Gymnotidae															
Gymnotus carapo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Siluriformes															
Callichthyidae															
Hoplosternum littorale	0	0	3	2	0	1	3	0	0	0	3	0	4	6	A
Heptapteridae															
Rhamdia quelen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	AC
Loricariidae															
Hypostomus ancistroides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	AC
Pterygoplichthys ambrosettii	5	0	3	0	2	0	7	0	0	0	4	0	1	2	A
Perciformes															
Cichlidae															
Crenicichla britskii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	AC
Crenicichla lacustris	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	AC
Coptodon rendalli	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	AC
Geophagus brasiliensis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	AC
Oreochromis niloticus	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	AC
Cyprinodontiformes															
Poeciliidae															
Phalloceros harpagos	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Poecilia reticulata	271	17	0	0	0	0	20	17	4	62	2	96	0	2	C
Poecilia vivipara	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
Xiphophorus sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	AC

As várzeas VSO-03 e VSO-06 apresentaram a maior riqueza (9 espécies), ambas no período chuvoso (Tabela 2). A maior abundância foi registrada na várzea VSO-01 no período chuvoso, seguida da várzea VSO-06 no período chuvoso e no período seco. O maior índice de diversidade foi encontrado no ponto VSO-02 no período chuvoso, seguido pelo ponto VSO-07

no período seco. A maior dominância ocorreu na várzea VSO-01, nos períodos seco e chuvoso, que também apresentou menores índices de diversidade.

Os valores do Índice de Diversidade de Shannon e de Dominância calculados para todas as várzeas reforçam o padrão encontrado nas curvas de abundância relativa. As curvas de espécie-abundância apresentadas pelas várzeas mostram formas similares, típicas de comunidades com uma baixa riqueza e alta dominância de espécies (Figura 3). A análise de Cluster mostrou a separação das várzeas em três grupos (Figura 4). As várzeas que formam o grupo A (VSO-02, VSO-07, VSO-03, VSO-05 e VSO-04) foram as que apresentaram a menor abundância de espécies, e os grupos B e C foram formados pelas várzeas com maior abundância. O grupo A apresentou a ocorrência de 23 espécies, sendo composto por várzeas com maior riqueza e menor dominância. O grupo B foi composto de 13 espécies e o grupo C cinco espécies, apresentando menor riqueza e maior abundância.

Tabela 2 - Riqueza, Abundância total, Dominância e Diversidade de Shannon apresentados pelas várzeas nos períodos chuvoso e seco.

Ponto	Período	Riqueza	Abundância	Diversidade	Dominância
VSO-01	**C**	5	281	0,1952	0,9305
	S	2	19	0,3365	0,8116
VSO-02	**C**	5	12	1,474	0,25
	S	2	6	0,6365	0,5556
VSO-03	**C**	9	28	1,626	0,2985
	S	4	22	0,9562	0,4545
VSO-04	**C**	7	109	1,177	0,4431
	S	2	19	0,3365	0,8116
VSO-05	**C**	5	20	1,327	0,31
	S	3	64	0,1607	0,939
VSO-06	**C**	9	254	0,9376	0,5625
	S	8	226	0,9305	0,4541
VSO-07	**C**	4	10	1,194	0,34
	S	5	13	1,418	0,2899

Figura 3 - Representação gráfica das curvas de abundância relativa construída a partir dos dados de abundância por espécies capturadas em cada várzea.

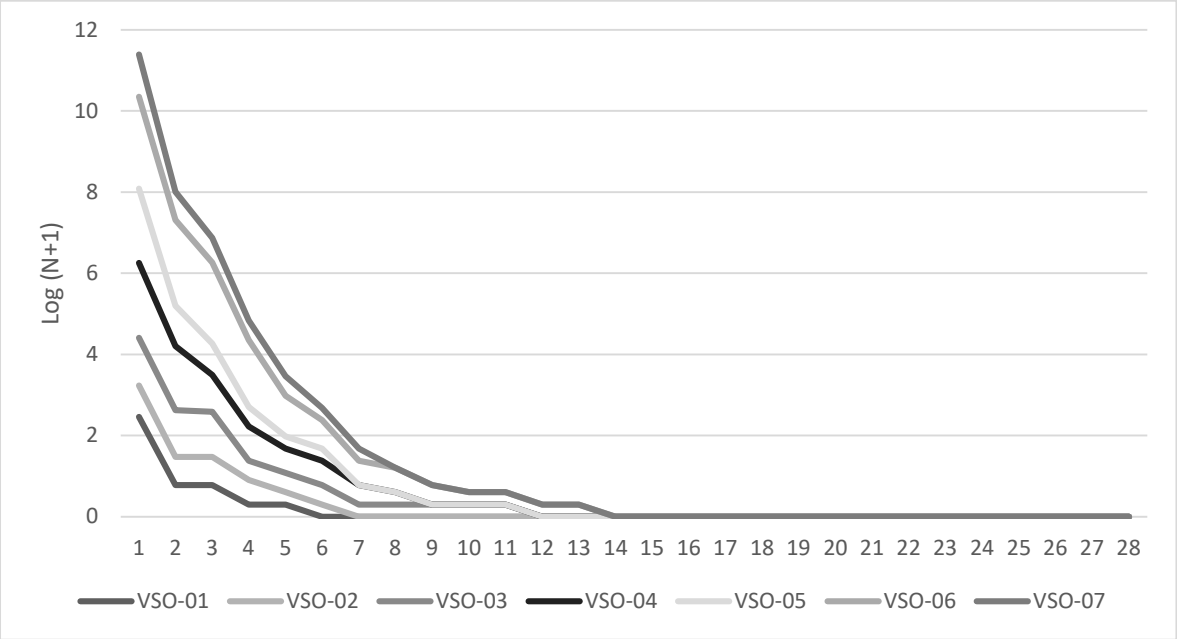
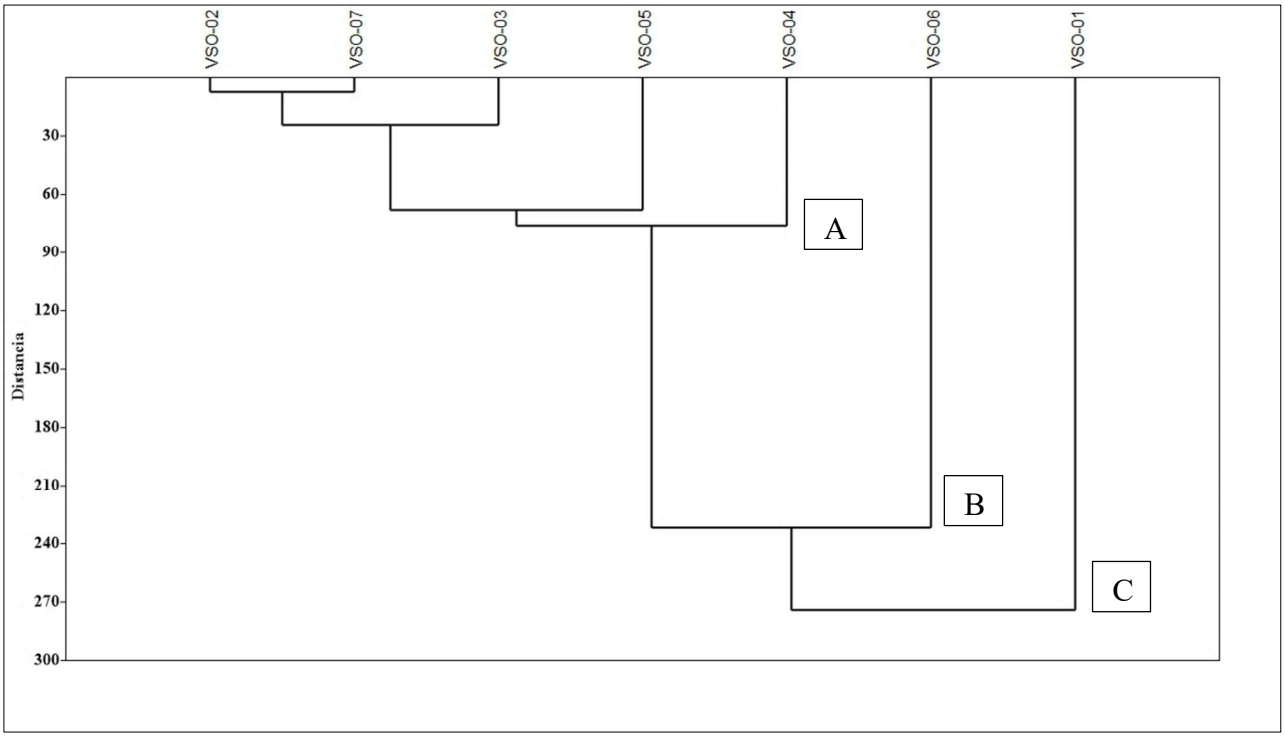
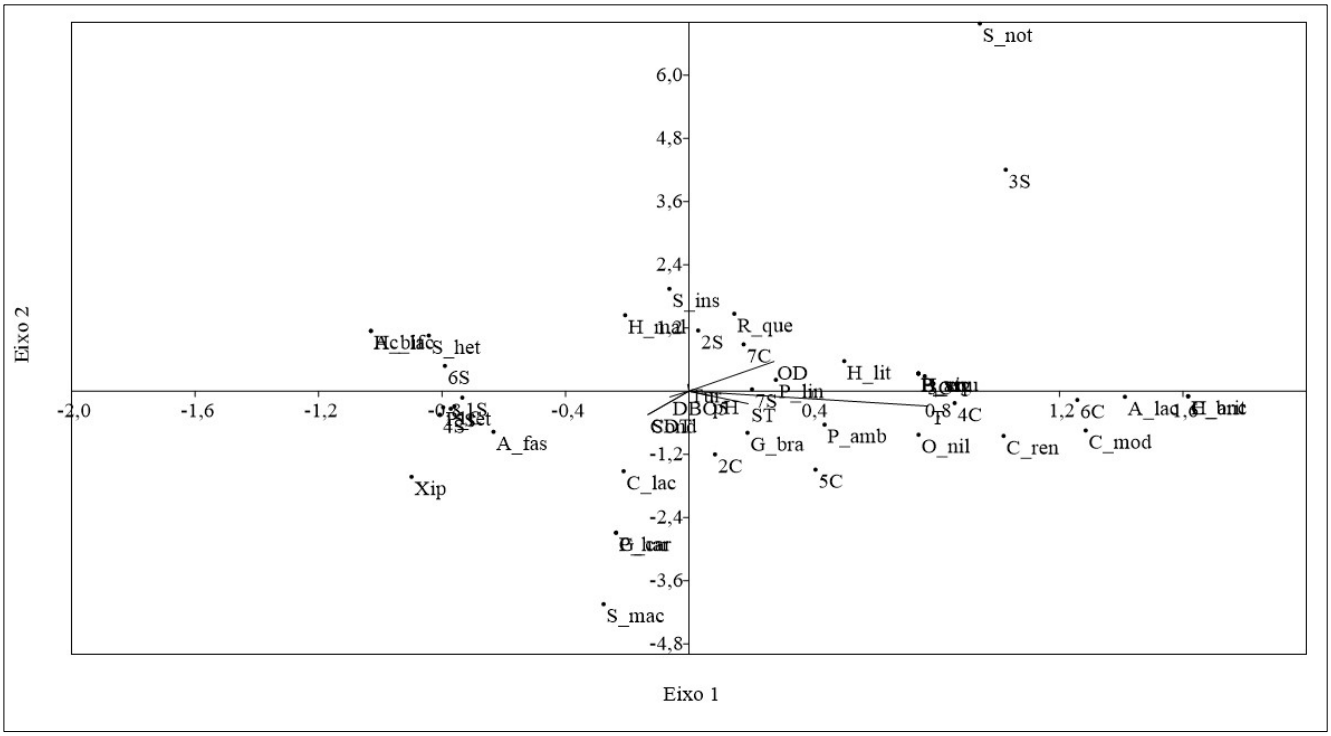


Figura 4 – Diagrama de Cluster elaborado a partir dos dados de abundância das espécies em relação aos pontos de coleta. Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,9852.



A Análise de Correspondência Canônica mostrou que os fatores que mais influenciaram na comunidade íctica nas várzeas foram o oxigênio dissolvido e a temperatura (Figura 5). As espécies *Hypostomus ancistroides* e *Cyphocarax modestus* são as mais correlacionadas com esses dois fatores, seguidas por *Astyanax lacustris*, *Bryconamericus stramineus*, *Coptodon rendalli*, *Crenicichla lacustris*, *Cyphocharax modestus*, *Serrapinus notomelas*, *Piabina argentea* e *Poecilia vivipara*. Já es espécies *Poecilia reticulata*, *Serrapinus notomelas* e *Xiphophorus* sp., se encontram mais correlacionadas com a condutividade, sólidos totais dissolvidos e demanda bioquímica de oxigênio.

Figura 5 – Gráfico gerado a partir da Análise de Correspondência Canônica utilizando os dados ambientais e a abundância das espécies.



4 DISCUSSÃO

Os sólidos totais dissolvidos estão fortemente e positivamente correlacionados com a condutividade, sendo que esses dois fatores normalmente estão relacionados nos ecossistemas aquáticos. A presença de sólidos dissolvidos é um indicador de contaminantes que podem estar presentes no ambiente, ou resultado da decomposição de macrófitas, sendo que concentrações elevadas podem levar a um aumento na DBO (CARTERI CORADI et al., 2009). Altos valores

de sólidos totais dissolvidos também podem ser provenientes de processos erosivos e de assoreamento, o que pode causar a redução da riqueza e da diversidade de espécies (STEFANI & SMITH 2014). Temperatura e DBO5 também apresentaram forte e positiva correlação, sendo que temperaturas elevadas podem resultar no aumento da DBO5 (BUZELLI & CUNHA-SANTINO 2013). As várzeas amostradas apresentam cobertura de macrófitas aquáticas de 0% a 50% (SILVA 2018), sendo que a presença das mesmas é um fator que influencia na disponibilidade de oxigênio. As várzeas que foram consideradas menos degradadas são as que apresentam menor quantidade de macrófitas aquáticas. A sazonalidade foi o fator que mais contribuiu para a diferenciação das várzeas, sendo que normalmente é de grande importância para a caracterização de ambientes aquáticos, pois exerce influência nos fatores ambientais e consequentemente na estrutura das assembleias de peixes.

A riqueza de espécies encontrada neste estudo encontra-se dentro do que já foi amostrado anteriormente para algumas várzeas do rio Sorocaba (SMITH & BARRELA 2000, SMITH; BIAGIONE; BARRELA 2014) e abaixo do que já foi encontrado em várzeas do alto rio Paraná e Amazônia (AGOSTINHO et al., 2016). A maioria das espécies coletadas pertence à família Characidae estando de acordo com o padrão encontrado para as águas continentais brasileiras (REIS et al., 2003, BUCKUP et al., 2007). Houve a predominância de espécies de pequeno porte e de espécies típicas de ambientes lênticos e com curto ciclo de vida como *Cyphocharax modestus*, *Steindachnerina insculpta* e *Astyanax fasciatus* como o que foi encontrado por Gonçalves e Braga (2008) em ambientes semelhantes.

Em relação às espécies invasoras, há a ocorrência de *Poecilia reticulata* que pode ser encontrada em locais mais degradados devido a sua capacidade de se adaptar e suportar variações extremas no ambiente (SOUZA & TOZZO 2013). Pode-se dizer que as espécies invasoras encontradas, são típicas de ambientes antropizados, e a característica lêntica das várzeas favorece o estabelecimento dessas espécies. O cascudo *Pterygoplichthys ambrosettii* é autóctone da região da bacia do Alto Paraná e foi introduzido através da implementação de barragens (GARCIA; CASIMIRO; ORSI, 2012, ORFINGER & GOODDING 2018). Já a tilápia *Oreochromis niloticus* foi introduzida através da piscicultura (SMITH et al., 2003). As espécies exóticas que ocorreram nas várzeas estudadas têm sido frequentemente encontradas na bacia do rio Sorocaba nos últimos anos (SMITH; BIAGIONE; BARRELA 2014).

Uma nova ocorrência foi verificada, a espécie *Xiphophorus* sp., sendo que nenhuma espécie desse gênero havia sido registrada na bacia do rio Sorocaba até o momento. *Xiphophorus* é um gênero pertencente à família Poeciliidae, e a ocorrência de duas espécies já foi registrada no Alto Paraná (*Xiphophorus helleri* e *Xiphophorus maculatus*) (LANGEANI et al., 2007). A

espécie *Xiphophorus maculatus* é de grande importância econômica no Brasil e pode ser encontrada à venda facilmente, sendo muito comum no aquarismo (MARTINS et al., 2007). Essa mesma espécie também já foi utilizada para o controle de larvas de mosquito da dengue (CARVALHO & MOREIRA 2017), portanto, foi introduzida tanto devido ao aquarismo quanto para o controle da dengue. A grande quantidade de espécies acidentais encontradas pode indicar que as várzeas são importantes ambientes temporários de refúgios para várias espécies de peixes. De acordo com os cálculos de constância de ocorrência pode-se diferenciar uma ictiofauna residente e uma ictiofauna visitante, sendo que os peixes imigrantes passam a fazer parte da comunidade residente enquanto estão no local para se alimentar e se reproduzir (LOWE-MCCONNELL 1975).

Quando as características físicas e químicas são relacionadas com a comunidade, nota-se que algumas espécies permanecem mesmo quando não há a predominância de oxigênio dissolvido. É o caso de algumas das espécies introduzidas, como *Poecilia reticulata* e *Xiphophorus* sp., que são espécies que se dão bem em ambientes com baixo nível de oxigênio. As lagoas marginais podem apresentar condições de temperatura e oxigenação estressantes para determinadas espécies de peixes, o que pode explicar a presença de espécies como *Hoplias malabaricus* e *Hoplosternum littorale*, que ocorreram na maioria das várzeas amostradas e são espécies mais resistentes e tolerantes, apresentando adaptações fisiológicas e morfológicas quanto à respiração, permitindo que habitem esses locais (GONÇALVES & BRAGA 2008).

Com relação a já citada Lei de Proteção da Vegetação Nativa, os ambientes que são classificados como lagoas marginais estão seriamente ameaçados pois não se enquadram no que se define como “áreas úmidas”, ou seja, não são considerados várzeas (GRASEL et al., 2018), apesar de apresentarem uma função semelhante e terem um papel fundamental na dinâmica dos rios além de abrigarem diversas espécies de peixes e servirem também como refúgios para outros animais como aves aquáticas e mamíferos. No entanto, a conservação da biodiversidade de peixes parece não ser uma prioridade na maioria dos países da América Latina e as Políticas Nacionais muitas vezes acabam por negligenciar a proteção das espécies de peixes através da degradação dos ecossistemas aquáticos (PELICICE et al., 2017), como o que acontece no Brasil, principalmente em cidades do estado de São Paulo onde a urbanização é maior em relação aos outros estados do país.

5 REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SANTOS, N. C.; ORTEGA, J. C.; PELICICE, F. M. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. **Fisheries Research**, 173, p. 26-36, 2016.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. **International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 4, n. 3, p. 267-280, 2004.

BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. A. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.

BEESLEY, L. et al. Optimising environmental watering of floodplain wetlands for fish. **Freshwater Biology**, v. 59, n. 10, p. 2024-2037, 2014.

CARTERI CORADI, P., Fia, R., & PEREIRA-RAMIREZ, O. 2009. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009.

CARVALHO, F. D., & MOREIRA, L. A. 2017. Why is Aedes aegypti Linnaeus so Successful as a Species? **Neotropical entomology**, v. 46, n. 3, p. 243-255, 2017.

CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna/Changes in the Brazilian Forest Code: potential impacts on the ichthyofauna. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 31, 2010.

CLARO-JR, L. et al. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 133-137, 2004.

DE SOUZA, F.; TOZZO, R. A. Poecilia reticulata Peters 1859 (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) como possível bioindicador de ambientes degradados. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 162-175, 2013.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Vozes, 1978.

GARCIA, D. A. Z.; CASIMIRO, A. C. R.; ORSI, M. L. Introduction of the armored catfish, *Pterygoplichthys ambrosettii* (Holmberg, 1893), in a large effluent of the Upper Parana River Basin. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 28, n. 1, p. 138-139, 2012.

GONÇALVES, C. D. S.; BRAGA, F. M. D. S. Diversidade e ocorrência de peixes na área de influência da UHE Mogi Guaçu e lagoas marginais, bacia do alto rio Paraná, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, 2008.

GRASEL, D.; MORMUL, R. P.; BOZELLI, R. L.; THOMAZ, S. M.; JARENKOW, J. A. Brazil's Native Vegetation Protection Law threatens to collapse pond functions. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 16, n. 4, p. 234-237, 2018.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Paleontological statistics software: Package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, n. 4, 2001.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, **Lista de espécies ameaçadas.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies, 2014>. Acesso em 10 maio 2019

LANGEANI, Francisco et al. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 181-197, 2007.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Fish communities in tropical freshwaters.** In: Fish communities in tropical freshwaters. Longman, 1975.

MARTINS, M. L.; GARCIA, F.; Piazza, R. S.; GHIRALDELLI, L. *Camallanus maculatus* n. sp. (Nematoda: Camallanidae) in an ornamental fish *Xiphophorus maculatus* (Osteichthyes: Poeciliidae) cultivated in São Paulo State, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 5, p. 1224-1230, 2007.

MITSCH, W. J.; BERNAL, B.; HERNANDEZ, M. E. Ecosystem services of wetlands. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, p. 1-4, 2015.

MORETI BUZELLI, G., & BIANCHESSI da CUNHA-SANTINO, M. 2013. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

ORFINGER, A. B., & GOODDING, D. D. 2018. The global invasion of the suckermouth armored catfish genus *Pterygoplichthys* (siluriformes: loricariidae): Annotated list of species, distributional summary, and assessment of impacts. **Zoological Studies**, v. 57, n. 7, p. 2018.57-07, 2018.

OYAKAWA, O. T.; MENEZES, N. A. Checklist of fresh water fishes from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 19-32, 2011.

PELICICE, Fernando M. et al. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. **Fish and fisheries**, v. 18, n. 6, p. 1119-1133, 2017.

PIEDADE, M. T. F. et al. As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal Brasileiro. In: Comitê Brasil em defesa das florestas e do desenvolvimento sustentável. **Código Florestal e Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber**. Brasília, 2012, p. 9 - 17.

PORATH, S. L. et al. A paisagem de Rios Urbanos: A presença do rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau. 2004. 150f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

REIS, E.; LÓPEZ-IBORRA, G. M.; PINHEIRO, R. T. Changes in bird species richness through different levels of urbanization: Implications for biodiversity conservation and garden design in Central Brazil. **Landscape and Urban Planning**, v. 107, n. 1, p. 31-42, 2012.

SILVA, F. L. Várzeas urbanas: uma abordagem ecológica aplicada para o seu manejo. 118 f. Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2018.

SMITH, W. S. **Os peixes do rio Sorocaba: a história de uma bacia hidrográfica**. Editora TCM Comunicação, 2003.

SMITH, W. S.; BARRELLA, W. The ichthyofauna of the marginal lagoons of the Sorocaba River, SP, Brazil: composition, abundance and effect of the anthropogenic actions. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 4, p. 627-632, 2000.

SMITH, W. S.; BIAGIONI, R. C.; BARRELA, W. Ictiofauna do Município de Sorocaba. In **Biodiversidade do Município de Sorocaba**. 1ª ed. Sorocaba: 2014. 158-172, 2014.

SOROCABA. **Lei n° 11.022, de 16 de dezembro de 2014** - Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial do Município de Sorocaba e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a2/plano-diretor-sorocaba-sp>. Acesso em 07 abr. 2019.

SOROCABA. **Lei n° 12.059, de 29 de agosto de 2019** - Institui o programa Refúgios da Biodiversidade no município de Sorocaba e dá outras providências.. Disponível em: <http://www.camarasorocaba.sp.gov.br/sitecamara/proposituras/verpropositura;jsessionid=c3e9378fff03000a496049690b82>. Acesso em 30 ago. 2019.

STEFANI, M. S.; SMITH, W. S. A ictiofauna do rio Tatuí, SP, Brasil e sua relação com impactos ambientais. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 43-52, 2014.

STOFFELS, R. J. et al. Dynamics of fish dispersal during river-floodplain connectivity and its implications for community assembly. **Aquatic sciences**, v. 78, n. 2, p. 355-365, 2016.

Capítulo III: Os peixes de várzeas urbanas como uma oportunidade de educação ambiental – Cartilha e Tour

1 INTRODUÇÃO

Conhecer os peixes que estão presentes em um rio urbano pode aproximar as pessoas do meio ambiente e do próprio rio, pois a partir do momento que a população conhece o que está a sua volta é esperado que surja um interesse a mais em conhecê-la. Não obstante, só é possível implantar esforços de conservação e preservação a partir do instante em que conhecemos melhor o ambiente no qual estamos inseridos. Até o momento não foi publicada nenhuma cartilha específica sobre peixes de várzeas urbanas no Brasil. Considerando a importância desse tema e o quanto está presente no cotidiano das pessoas, já que se trata de uma paisagem urbana, a elaboração desta cartilha e a proposta de se realizar um Tour pelas várzeas urbanas de Sorocaba podem ser considerados importantes instrumentos de educação ambiental e divulgação acerca do tema.

De acordo com a Lei 9.975, que dispõe sobre Educação Ambiental, é por meio da mesma que os indivíduos têm a possibilidade de desenvolver visões mais amplas em relação a preservação do meio ambiente. Os materiais a serem adotados para Educação Ambiental devem manter um olhar que aborde questões gerais sobre o tema a ser discutido, a fim de que possam ser entendidos por diferentes pessoas de acordo com a idade e a situação social em que estão inseridas (BRASIL, 1999).

As várzeas urbanas detêm uma grande quantidade de espécies de peixes e aves aquáticas que dependem desse ecossistema para reprodução, abrigo e alimentação. Além de serem de grande valor paisagístico para a cidade. São frequentemente vistas pelas pessoas somente como locais ocupados e impermeabilizados com a finalidade de serem utilizados para empreendimentos imobiliários residenciais e/ou comerciais. O importante é que, independentemente do público alvo, estes notem a quantidade de espécies de peixes existentes nas várzeas urbanas, e consequentemente entendam sua importância em relação ao rio e também em relação a biodiversidade urbana.

A Seção 1 do Capítulo IV do Plano Diretor do Município de Sorocaba que trata da Política Municipal de Meio Ambiente, traz como um de seus objetivos a promoção da Educação Ambiental no município, inclusive “garantindo, incentivando e apoiando a sociedade civil em

ações educadoras socioambientais". Uma das especificações é a implantação da Política Municipal de Educação Ambiental e do Programa Municipal de Educação Ambiental, em conformidade com os princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental e da Política Estadual de Educação Ambiental (SOROCABA, 2014). No município de Sorocaba diversas ações de Educação Ambiental já foram implementadas em diversos locais da cidade e abrangendo diferentes públicos, entre os anos de 2009 a 2019. Essas ações foram tomadas por órgãos públicos e também por universidades. Especificamente sobre o rio Sorocaba, ocorreram duas ações principais na cidade, o Tour do rio Sorocaba e o II Seminário Conectando peixes, rio e pessoas, que ocorreu no ano de 2018.

O Tour do rio Sorocaba foi uma das principais atividades desenvolvidas pela Secretaria do Meio Ambiente em relação ao rio. Esse Tour foi dividido em três roteiros de acordo com a faixa de idade e o público a ser abrangido. Também foi levado em consideração o conhecimento anterior que os participantes já tinham sobre o assunto. O primeiro roteiro foi destinado a adolescentes e adultos, o segundo ao público escolar da rede Municipal de ensino, sendo aberto também a outras escolas. Já o terceiro roteiro, ocorria trimestralmente de acordo com datas comemorativas relacionadas ao meio ambiente, sendo este destinado a grupos fechados. Entre os anos de 2012 e 2014 foram atendidas 2.711 pessoas. Um dos resultados mais interessantes em relação a esse trabalho, foi a percepção inicial dos participantes que, em sua maioria, consideravam o rio Sorocaba poluído e sem a possibilidade de abrigar tamanha biodiversidade, inclusive na área urbana (CASTELLARI; TEIXEIRA; SMITH, 2014).

Seguindo a proposta do Tour do rio Sorocaba, o objetivo deste capítulo é apresentar um tour específico pelas várzeas do rio Sorocaba, dentro do município, já que esse ecossistema e sua relevância ainda são temas desconhecidos por grande parte da população. Os trabalhos relacionados ao tema são voltados (em sua grande maioria) para a comunidade científica, e possuem uma linguagem pouco acessível para a população considerada leiga. Portanto, também foi elaborada uma cartilha, em linguagem simples, para ser distribuída ao público interessado, tanto no Tour das várzeas quanto em outras ações de Educação Ambiental no âmbito municipal, podendo também ser aplicado a outros municípios que apresentem ambientes semelhantes.

Em relação aos trabalhos de Educação Ambiental, o uso de cartilhas é uma opção muito interessante pela possibilidade de apresentar ilustrações, o que a torna um material de fácil entendimento, e aproxima das pessoas os lugares do seu cotidiano, através da linguagem simples que é utilizada e da rápida visualização do tema abordado (BACELAR et al., 2009). Por normalmente conterem fotos e também uma linguagem mais acessível, transformando

informações técnicas em termos voltados para qualquer público, os guias podem ser usados para despertar o olhar ambiental nas pessoas (PACIENCIA et al, 2015).

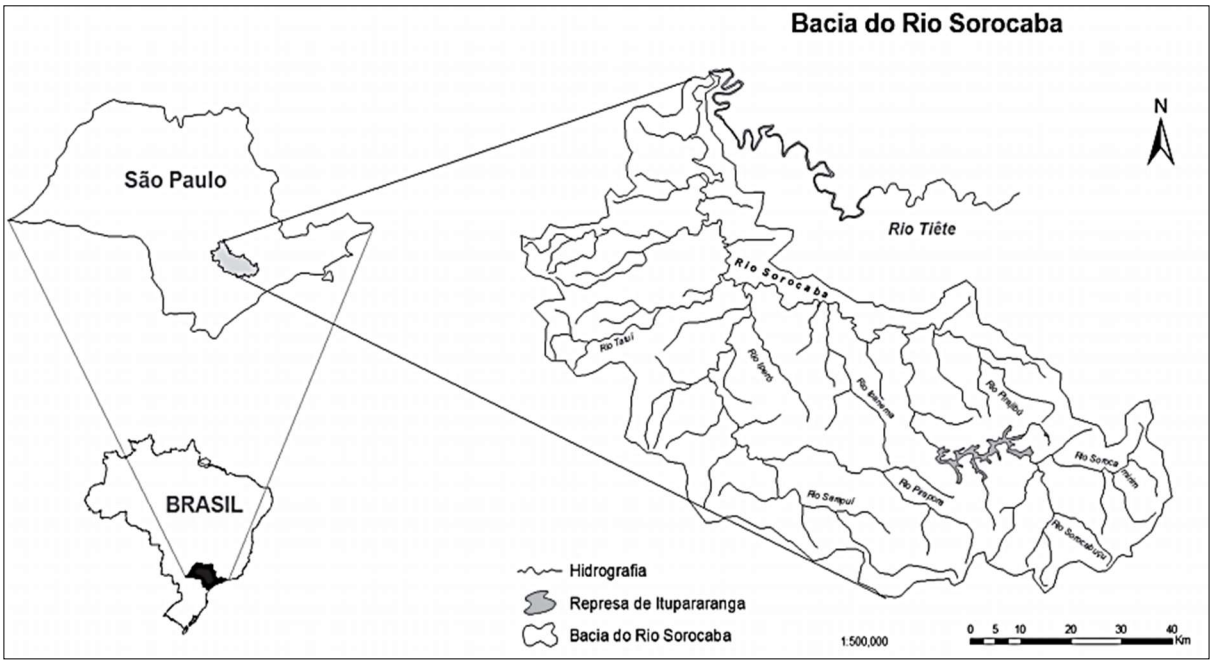
Sendo assim, o objetivo desse capítulo é propor um Tour às várzeas urbanas do rio Sorocaba, as quais foram estudadas neste trabalho, com o intuito de fornecer para a população da cidade a oportunidade de conhecer sobre as várzeas e sobre os peixes que a habitam, sem que este trabalho fique restrito somente à comunidade científica e não seja acessível para as pessoas que vivem próximas a esses ambientes e diariamente têm contato com as várzeas aqui apresentadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 A cidade de Sorocaba

O município de Sorocaba tem a população estimada em 671.186 pessoas, sendo que no último senso o número levantado no ano de 2010 foi de 586.625 pessoas. Possui área territorial de 450,382 km² (IBGE, 2019). Apresenta uma formação vegetal originalmente composta de Floresta Estacional Semidecidual, com zonas de ecótono com formações do domínio Cerrado. Sorocaba está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-10) Sorocaba e Médio Tietê (PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA, 2011, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2013).

Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Sorocaba, SP, Brasil.



Autor: Bruno Mello.

Os dados para a produção da Cartilha e elaboração do tour foram obtidos a partir de estudos realizados no rio Sorocaba e em suas várzeas durante o ano de 2017. Para compor a cartilha foram selecionadas espécies de peixes que normalmente são mais atrativas para o público, como aquelas que são de maior interesse para a pesca amadora, espécies que são utilizadas para alimentação pela população e espécies que podem ser consideradas mais atrativas, por conterem algum tipo de curiosidade. Foram selecionadas somente espécies nativas que ocorrem naturalmente na bacia do rio Sorocaba. Pensando no custo para a impressão e facilidade para distribuição, a cartilha foi montada em formato de folder dividido no modelo de quatro partes.

Para os peixes escolhidos foram utilizadas fotos das várzeas e dos peixes dos estudos realizados em 2017. Também foi feita uma breve descrição de cada peixe, seus hábitos e alimentação. As imagens exemplificando as várzeas são importantes para a compreensão do relacionamento dos peixes com o ambiente em que vivem e o porquê de se encontrarem em tais lugares. Esse assunto é um dos que deverão ser abordados durante as visitas, na realização do Tour.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

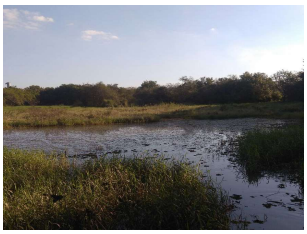
Foram selecionadas quatro áreas de acordo com o os ambientes que seriam mais apropriados para a realização das visitas (Tabela 1). Cada uma dessas áreas apresenta um tipo de ambiente diferente, possibilitando assim diferentes observações a respeito de cada tipo de hábitat.

As várzeas urbanas do rio Sorocaba selecionadas foram:

Várzea 1 *– Lagoa marginal localizada no Parque Porto das Águas;*
Várzea 2 *– Lagoa marginal na estação de tratamento S1;*
Várzea 3 *– Lagoa marginal localizada no bairro Vitória Régia;*
Várzea 4 *– Lagoa marginal localizada no bairro Santo André;*
Várzea 5 *– Várzea localizada próximo ao Parque Natural Corredores da Biodiversidade.*

A princípio será seguido somente um roteiro que poderá ser adaptado de acordo com o público participante. Posteriormente, o roteiro poderá ser adequado para públicos específicos de acordo com a necessidade, seja para escolas, público com maior conhecimento sobre o tema, público adolesecente, entre outros.

Tabela 1 – Várzeas urbanas do rio Sorocaba a serem visitadas durante o Tour.

Várzea 1	Lagoa marginal localizada no Parque Porto das Águas, que se trata de uma grande área de várzea do rio Sorocaba. Essa lagoa é bastante frequentada para pesca.	
Várzea 2	Lagoa marginal localizada próxima à estação de tratamento S1 muito procurada para pesca esportiva.	

Várzea 3	Lagoa marginal localizada no Bairro Vitória Régia. Essa lagoa vem diminuindo ao longo do tempo devido à diminuição da conexão com o rio. Encontra-se totalmente coberta por macrófitas.	
Várzea 4	Lagoa marginal localizada no bairro Santo André. Entre as espécies encontradas está a pirambeba, uma espécie de piranha de ocorrência natural da bacia do rio Sorocaba.	
Várzea 5	Várzea do rio Sorocaba próxima ao Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade. Grande área de várzea do rio Sorocaba, com variedade de hábitats.	

A partir dos dados levantados foi elaborada a cartilha a seguir (Figura 2). Estão apresentadas as informações sobre alguns dos peixes de ocorrência nas várzeas, os mais comuns ou os que são mais interessantes para a população. Esse material pode ser distribuído durante o Tour aos participantes.

Figura 2 – Cartilha sobre as várzeas do rio Sorocaba e seus peixes no formato de folder 3 dobras.

O que são VÁRZEAS?

Várzea próxima à estação de tratamento S1

As várzeas são as áreas inundadas pelos rios em períodos de chuva. São áreas que estão ao redor dos rios, assim como o rio Sorocaba, incluindo as lagoas marginais. E várzeas ocorrem também dentro de cidades! O rio Sorocaba apresenta vários locais de várzea dentro da área urbana, inclusive locais que são muito movimentados e têm um grande acesso da população.

Tem peixe aí?

Nas várzeas do rio Sorocaba já foram registradas mais de 30 espécies de peixes! São encontrados peixes muito apreciados para a pesca, como a traíra e o curimbatá. Há peixes de pequeno porte como os lambaris e saguirus, e peixes que vivem no fundo do rio, como os bagres.

AS VÁRZEAS DA CIDADE DE SOROCABA

Várzea do Parque Porto das Águas

As várzeas são berçários naturais para os peixes, pois são nesses locais onde os alevinos (filhotes) se alimentam, crescem e se desenvolvem antes de irem para a calha principal do rio. São essenciais para as espécies migradoras, como o curimbatá, o principal migrador de Sorocaba! Pois os peixes migradores dependem das várzeas para completarem seu ciclo reprodutivo. Durante o tempo em que permanecem nas várzeas os alevinos tem maior chance de sobrevivência, pois mais protegidos dos predadores do que no rio principal. A relação entre várzea e rio é muito dinâmica, pois depende das chuvas para que haja a interação entre esses dois ambientes.

Conheça um pouco sobre as várzeas da área urbana da cidade de Sorocaba e seus peixes!

Lambari do rabo vermelho
(Astyanax fasciatus)

PPG-SEA · EESC · USP · CAPES · LEEF · UNIP UNIVERSIDADE PAULISTA

Alguns Peixes das Várzeas do Rio Sorocaba:

LAMBARI DO RABO VERMELHO
Nome científico: *Astyanax fasciatus*
Alimentação: insetos e vegetais
É a base da alimentação de peixes maiores

CABORJA
Nome científico: *Hoplosternum littorale*
Alimentação: insetos, material vegeta
Constrói ninhos para os filhotes

PIRAMBEBA
Nome científico: *Serrasalmus maculatus*
Alimentação: outros peixes
Espécie de piranha com ocorrência natural na bacia do rio Sorocaba

CURIMBATÁ
Nome científico: *Prochilodus lineatus*
Alimentação: insetos, material vegetal
Principal peixe migrador do rio Sorocaba

CASCUDO
Nome científico: *Hipostomus ancistroides*
Alimentação: insetos, material vegetal
Muito resistente! Sobrevive horas fora da água.

Várzea próxima ao Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade

TRAÍRA
Nome científico: *Hoplias malabaricus*
Alimentação: outros peixes e insetos
Peixe carnívoro!

BAGRE
Nome científico: *Rhamdia quelen*
Alimentação: insetos, sementes
Se alimenta no fundo do rio

Várzea do Parque Santo André

Nas várzeas do rio Sorocaba são encontradas mais de 30 espécies de peixes! Além de diversos outros animais, como garças, biguás, capivaras, lontras, que também dependem das várzeas para se alimentarem, se abrigarem e sobreviverem.

Em cada um dos locais visitados, poderão ser abordadas características distintas em relação a cada ambiente. A *Várzea 1*, está localizada dentro do Parque Porto das águas, um local muito frequentado pela população da cidade. Esse parque foi construído em uma grande área de várzea natural do rio Sorocaba, justamente para que funcione como uma bacia de contenção das chuvas e também como parte de um corredor verde ao longo do rio Sorocaba, para conexão dos fragmentos e dos outros parques existentes na cidade. Um dos aspectos interessantes a serem abordados nesse ponto do Tour será a pesca, que ali é muito praticada pelos moradores. Neste momento pode-se começar a discutir sobre a ictiofauna, abordando sobre as espécies de peixes ali presentes, que se tratam de espécies comuns em toda a bacia do rio Sorocaba (SMITH; BARRELLA, 2000; SMITH, 2003).

A segunda parada do Tour, a *Várzea 2*, está localizada bem próxima a uma das principais estações de tratamento da cidade de Sorocaba, a ETE-S1. Nesse momento, poderão ser discutidos os assuntos relacionados ao despejo de esgoto no rio Sorocaba. De acordo com o SAAE (2019), 90% do esgoto da cidade é tratado e só é devolvido ao rio após a eliminação de 95% dos seus resíduos orgânicos. Tratando-se de um Tour sobre várzeas, é indispensável que se trate do tema água, e esse seria um local ideal para abordar o assunto, pela proximidade a ETE. Nessa várzea, que se trata de uma lagoa marginal de área extensa e de valor paisagístico e recreacional, pois também é muito utilizada para a pesca, seria interessante destacar o quanto encontra-se preservada em relação aos detritos que normalmente são encontrados na várzea anterior.

Já na terceira parada, devem ser observadas as grandes diferenças apresentadas pela *Várzea 3* em relação às demais. Trata-se de uma lagoa coberta por macrófitas devido á eutrofização, e é um local que frequentemente apresenta despejo clandestino de efluentes domésticos (SILVA, 2018). Um aspecto interessante a ser abordado é a proximidade dessa lagoa com o rio Sorocaba e mesmo assim a pouca conexão que a mesma tem com o rio, resultando em uma diminuição do seu tamanho ao longo dos anos.

A *Várzea 4* apresenta um outro aspecto singular que seria a ciclovia que foi construída entre a lagoa marginal e o rio, tornando mais difícil a sua conexão. Segundo Cunico et al., (2002) o menor período de conexão da calha principal do rio com as várzeas, pode dificultar o acesso das formas jovens a esses locais para completarem seu ciclo de vida. Portanto, as lagoas que não são inundadas com regularidade acabam deixando de servir como berçários para os peixes, afetando assim o recrutamento de espécies para a população adulta (LUZ et al., 2009).

No último local do Tour, a *Várzea 5*, os participantes estarão bem próximos à primeira unidade de conservação da cidade de Sorocaba, o Parque Natural Municipal Corredores da Biodiversidade. Diferente dos demais pontos, esse local não se trata de uma lagoa marginal, e

sem de uma área inundável ao lado do rio. Esse local em específico, apresenta diversos tipos de hábitats que podem ser explorados pelos peixes quando inundados. É um momento importante para se discutir sobre como a ictiofauna explora determinados recursos para abrigo e refúgio especificamente em momentos de cheia.

Ao explorar essas cinco várzeas e explanar sobre a comunidade de peixes que nela existe e a importância das mesmas para a sobrevivência do rio, a importância para outros diversos animais como as aves aquáticas e mamíferos que ali habitam e também para o valor paisagístico que proporcionam para a cidade, esse tour poderá trazer ás pessoas uma nova luz em relação ao quanto se podem se conectar com as paisagens naturais do ambiente urbano, as quais muitas vezes passam desapercebidas. O Tour, portanto, se trata de um instrumento de Educação Ambiental a ser desenvolvido e explorado, como uma oportunidade de divulgação dos peixes das várzeas urbanas do rio Sorocaba e poderá trazer benefícios à população da cidade, através de um material que será de fácil acesso para todos.

4 REFERÊNCIAS

BACELAR, Betânia Maria Filha et al. Metodologia para elaboração de cartilhas em projetos de educação ambiental em micro e pequenas empresas. Recife (PE): Jepex, 2009.

BRASIL, Lei n. 9795 - 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, 1999.

CASTELLARI, R. R.; TEIXEIRA, A. J. B. L.; SMITH, W. S. Tour do Rio Sorocaba - uma proposta para educação ambiental em ambiente urbano. In: SMITH, W. S. **Conectando peixes, rios e pessoas: como o homem se relaciona com os rios e com a migração de peixes**. Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014, p. 50 – 59.

CUNICO, A.M., GRAÇA, W.J., VERÍSSIMO, S., BINI, L.M. 2002. Influência do nível hidrológico sobre a assembleia de peixes em lagoa sazonalmente isolada da planície de inundação do alto rio Paraná. Acta Scientiarum, v. 24, n. 2, p. 383-389.

DE PAULA PACIENCIA, Gabriel et al. A utilização dos macroinvertebrados aquáticos de riachos do município de Vilhena–RO na confecção de cartilhas de Educação Ambiental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 176-182, 2015.

LUZ, S.C.S., EL-DEIR, A.C.A., FRANCA, E.J., SEVERI, W. 2009. Estrutura da assembleia de peixes de uma lagoa marginal desconectada do rio, no submédio Rio São Francisco, Pernambuco. Biota Neotropica v.9, n.3, pp.117-129.

SMITH, W. S. 2003. Os peixes do rio Sorocaba: A história de uma bacia hidrográfica. Sorocaba, SP: Editora TCM. 160p.

SMITH, W.S. & BARRELLA, W. 2000. The ichthyofauna of the marginal lagoons of the Sorocaba River, SP, Brazil: composition, abundance and effect of the anthropogenic actions. Revista Brasileira de Biologia, v.60, n.4, p.627-632.

SOROCABA, Prefeitura Municipal de Sorocaba. Produto 5 – Macrozoneamento e Propostas. Plano Diretor Ambiental de Sorocaba. 2011. 58p.

SOROCABA, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Projetos. Em: Disponível em: <http://www.meioambiente.sorocaba.sp.gov.br>. Acesso em 10 jul. 2017.

SOROCABA. **Lei n° 11.022, de 16 de dezembro de 2014** - Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial do Município de Sorocaba e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a2/plano-diretor-sorocaba-sp>. Acesso em 07 fev 2019.

ANEXO A – Capítulo I

Resultados das análises físico-químicas dos pontos de coleta no rio Sorocaba e nas várzeas no período chuvoso. Oxigênio dissolvido (mg/l), condutividade (µS/cm), sólidos totais dissolvidos (ppm), pH, temperatura (ºC), turbidez (NTU), demanda bioquímica de oxigênio e sólidos totais.

	OD	Cond	pH	SDT	T	Turb	DBO5	ST
R1AC	5,11	95,3	7,86	33,3	21,5	152	3,13	53
R1BC	5,17	96,3	7,88	34,5	21,5	108	2,95	62
R1CC	5,35	100,3	7,81	33,9	21,5	173	2,5	63
R2AC	2,28	117,4	7,55	44	26	235	1,1	95
R2BC	2,23	129,8	7,66	41,3	26	37	1,53	76
R2CC	2,59	126,2	7,59	42,3	26	75	2,08	74
R3AC	4,42	98,2	8,29	36,3	22	26	2,25	9,7
R3BC	4,58	98,3	8,25	36,1	22	28	2,65	9,7
R3CC	4,89	98,6	8,26	36,8	22	26	2,86	10,2
R4AC	4,86	103,8	7,58	41,2	20	137	2,56	17,8
R4BC	4,91	107	7,47	41,3	20	136	2,42	17,6
R4CC	4,92	108	7,46	42,7	20	139	2,81	13
R5AC	4,6	102,5	7,3	39,2	26	82	2,85	23,6
R5BC	4,75	104,1	7,37	38,2	26	79	3,18	33,8
R5CC	4,69	102,7	7,39	39,1	26	72	3,02	25,8
R6AC	2,21	129,4	7,01	49,4	20	204	1	67
R6BC	2,19	141,8	7,03	48,2	20	207	1,43	91
R6CC	1,89	125,2	7,04	48,5	20	189	0,83	87
R7AC	1,32	312	7,67	166	20	40,1	1,2	14,7
R7BC	1,36	310	7,61	184,6	20	76,1	1,3	27,1
R7CC	1,54	316	7,64	168	20	85,4	1,53	10,3
V1AC	5,57	133,6	7,76	53,7	20,5	14	4,97	40,48
V1BC	5,65	136,8	7,52	53,3	20,5	15	5,45	38,77
V1CC	5,61	138	7,54	53,6	20,5	18	5,28	44,19
V2AC	3,48	173,4	7,48	68	24	33	4,18	42,37
V2BC	3,46	171,3	7,46	68,2	24	37	4,17	42,16
V2CC	3,61	171,9	7,49	68,5	24	37	4,47	48,02
V3AC	5,03	66,9	7,78	22,6	26	36	3,19	28,86
V3BC	5,09	57,2	7,75	19,29	26	42	3,44	30,7
V3CC	5,02	59,6	7,72	19,53	26	35	3,34	29,99
V4AC	0,48	203	6,95	83,4	25	203	1,25	42,6
V4BC	0,49	208	6,95	83,1	25	208	1,45	42,55
V4CC	0,4	206	6,93	84,2	25	206	1	48,96
V5AC	3,72	88,3	7,2	31,5	24	18	3,02	45,23
V5BC	3,82	87,6	7,37	32,7	24	19	3,3	42,16
V5CC	3,76	88,5	7,39	31,6	24	16	3,13	48,58
V6AC	4,65	123	7,49	46,5	29	37	3,93	42,16
V6BC	4,72	122,6	7,43	47,6	29	37	4,1	42,55

V6CC	4,78	123,9	7,45	47,4	29	39	4,02	39,79
V7AC	5,16	166	7,15	66,8	22	76,8	5,85	42,37
V7BC	5,14	184	7,17	74	22	76,1	6,2	48,03
V7CC	5,15	168	7,24	67,3	22	77,8	5,7	48,94

Resultados das análises físico-químicas dos pontos de coleta no rio Sorocaba e nas várzeas no período seco. Oxigênio dissolvido (mg/l), condutividade (µS/cm), sólidos totais dissolvidos (ppm), pH, temperatura (ºC), turbidez (NTU), demanda bioquímica de oxigênio e sólidos totais.

	OD	**Cond**	**pH**	**SDT**	**T**	**Turb**	**DBO5**	**ST**
R1AS	7,06	92,5	7,57	35,6	19	13,6	4,14	8,2
R1BS	7,01	96,9	7,57	34,9	19	13,2	3,63	7,4
R1CS	7,16	97,8	7,55	36,5	19	13,9	3,34	7,6
R2AS	4,88	128	7,54	48,6	20	36,2	1,6	10,9
R2BS	4,75	128,1	7,39	49,2	20	38,6	1	10,1
R2CS	4,94	127,1	7,32	49,2	20	43,9	1,65	12
R3AS	6,81	105,4	7,37	40,2	20	30	5,43	5,9
R3BS	6,64	107,7	7,43	40,3	20	24	5,1	7,3
R3CS	6,73	107,8	7,34	40,7	20	20	4,93	7,4
R4AS	5,37	122,3	7,24	47,3	20	59	2,7	9
R4BS	5,49	125,3	7,21	47,6	20	71	2,95	27
R4CS	5,54	124,6	7,26	48,3	20	67	3,33	10,1
R5AS	5,96	113,9	7,13	42,6	19	61	3,26	14
R5BS	6,07	114,8	7,19	43,7	19	53	3,41	21,7
R5CS	6,17	115,2	7,2	43,4	19	61	2,58	7,7
R6AS	5,02	124,4	7,03	48,1	16	39	2,63	15
R6BS	5,19	126,2	7,14	48,3	16	44	2,84	8
R6CS	5,26	125,4	7,17	48,6	16	50	2,29	9
R7AS	4,58	132,6	7,14	52	19	36	3,13	11
R7BS	4,24	133,8	7,2	51,4	19	51	2,43	4
R7CS	4,38	133	7,15	51,8	19	51	2,82	10,35
V1AS	4,38	135,2	7,59	52,1	18	44,2	2,04	7,6
V1BS	4,33	139,5	7,54	54,4	18	45,5	2,6	9,1
V1CS	4,41	137,7	7,51	53,3	18	43,9	2,57	10,5
V2AS	3,32	101	7,27	37,2	19	463	2,44	89,9
V2BS	3,48	100,6	7,26	37,7	19	472	1,85	94,1
V2CS	3,61	101	7,22	37,4	19	483	1,68	87
V3AS	7,78	44,1	7,31	12,86	20	26	2,46	2,9
V3BS	7,67	44,4	7,26	13,6	20	25	2,48	4,1
V3CS	7,71	44,7	7,24	13,26	20	31	3,17	3
V4AS	0,46	140,9	7,1	54,3	20	155	3,49	23
V4BS	0,39	138,5	7,14	54,5	20	187	4,77	46
V4CS	0,36	150,9	7,05	58,6	20	235	4,28	52

V5AS	3,32	77,3	7,05	27,9	19	12	1,3	12
V5BS	3,3	79	7,09	27,4	19	16	1,6	12
V5CS	3,42	77,7	7,11	27,9	19	18	1,31	2
V6AS	3,36	124,2	7,13	46,2	17	33	3,01	11
V6BS	3,54	123,4	7,2	47,8	17	56	2,76	8
V6CS	3,52	123,6	7,25	47,2	17	45	3,07	2
V7AS	5,01	142,3	7,04	54,9	22	34	4,37	98
V7BS	5,35	139,4	6,95	55	22	43	3,29	10
V7CS	5,4	132,2	7,19	50,4	22	42	1,86	12

Resultados da Análise de Componentes Principais para o período chuvoso.

Eigenvalue	% variance
3,39579	42,447
2,03264	25,408
1,03047	12,881
0,880976	11,012
0,479309	5,9914
0,128288	1,6036
0,0508381	0,63548
0,00169338	0,021167

Resultados da Análise de Componentes Principais para o período seco.

Eigenvalue	% variance
2,7852	34,815
1,90814	23,852
1,28565	16,071
0,975959	12,199
0,683418	8,5427
0,335838	4,198
0,0256747	0,32093
0,000119535	0,0014942

Resultados dos dois primeiros eixos gerados pela Análise de Correspondência Canônica utilizando os dados ambientais e de abundância de espécies no período chuvoso:

	Componente 1	**Componente 2**
Afas	-0,372231	-0,132307
Alac	-0,488418	-0,933097
Bstr	-0,0487101	0,166994
Cren	-0,0187648	-0,688971
Clac	-0,0915834	0,199648

Cbri	-0,658099	-1,01887
Cmod	-0,645303	-0,872656
Gbra	-0,23933	-1,04475
Gcar	-0,589805	-2,65369
Hmal	0,387874	-1,91434
Hlit	-0,051658	-1,8862
Hequ	-0,0487101	0,166994
Hanc	0,315116	0,263928
Onil	0,591993	-0,696168
Phar	-1,26477	0,332351
Parg	-0,0487101	0,166994
Pmee	0,632763	0,647519
Pret	0,929244	-1,93387
Pviv	0,965204	0,892349
Plin	0,964429	0,779683
Pamb	0,148851	-0,617595
Rque	1,08063	-3,78429
Snot	0,89189	1,17937
Smac	-1,07506	-0,780077
Sins	0,477984	-0,996457
Smar	-1,26844	0,348557
R2C	-1,23546	0,319999
R3C	0,96402	0,891002
R4C	0,77148	-0,823203
R5C	0,936603	0,839705
R6C	0,819233	0,630531
R7C	0,879509	0,833997
V1C	0,906772	-1,9025
V2C	-0,477463	-0,747332
V3C	-0,0482184	-0,286936
V4C	-0,100666	-1,10396
V5C	-0,402302	-1,01116
V6C	-0,477633	-0,93622
V7C	0,257434	-1,96041
OD	0,207078	-0,33801
Cond	0,135632	0,0480059
pH	0,156089	0,349356
SDT_	0,208953	0,130125
T	-0,674052	-0,02356
Tur	0,0490459	0,15253
DBO5	-0,0177004	-0,698081
ST	-0,522195	-0,0768552

Eigenvalue	%
0,87426	29,13
0,826	27,53
0,62936	20,97
0,43282	14,42
0,1305	4,349
0,077123	2,57
0,030706	1,023
1,81E-06	6,03E-05

Resultados dos dois primeiros eixos gerados pela Análise de Correspondência Canônica utilizando os dados ambientais e de abundância de espécies no período seco:

	Componente 1	**Componente 2**
Aclac	3,30495	0,468089
Afas	0,367485	-0,36673
Alac	-1,86378	2,99315
Apar	3,09769	-1,8657
Clac	-1,99474	-6,70012
Cmod	-0,70709	-0,39802
Gbra	-0,6869	0,533505
Hmal	1,05777	-0,3581
Hlit	-2,9376	-9,39371
Hbif	3,30495	0,468089
Hanc	-0,27592	-0,00843
Pret	-0,18881	-0,01061
Plin	-0,01535	-1,14706
Pamb	-1,36916	-5,81116
Rque	1,75494	-0,97013
Snot	-4,53802	6,47805
Shet	3,30495	0,468089
Sins	-0,49329	2,1003
Xiph	1,96901	-3,42936
R1S	-0,03662	-0,10897
R2S	-0,22642	-2,36E-06
R3S	-0,18523	-0,02568
R4S	-0,18336	-0,01807
R5S	0,367485	-0,36673
R6S	1,02817	-0,25627
R7S	0,121899	-1,02747
V1S	-0,05759	-0,04719
V2S	-0,27402	-3,36997
V3S	-3,43053	4,44879
V4S	0,038326	-0,37048
V5S	-0,22481	-0,10663

V6S	1,69859	0,253859
V7S	-1,75131	-5,92308
OD	-0,4213	0,299017
Cond	0,55989	-0,55481
pH	-0,02727	0,291844
SDT_	0,559879	-0,55346
T	-0,67244	-0,29465
Tur	0,043849	-0,37056
DBO5	0,035258	0,008094
ST	-0,06611	-0,62635

Eigenvalue	%
0,48867	35,96
0,42527	31,3
0,28351	20,87
0,087718	6,456
0,0623	4,585
0,011281	0,8303
8,32E-07	6,12E-05
3,59E-17	2,64E-15

ANEXO B – Capítulo II

Resultados da Análise de Componentes Principais

Eigenvalue	% variance
3,01844	37,731
1,9021	23,776
1,36228	17,029
0,847599	10,595
0,48037	6,0046
0,310233	3,8779
0,0788487	0,98561
0,000126985	0,0015873

Resultados dos dois primeiros eixos gerados pela Análise de Correspondência Canônica utilizando os dados ambientais e de abundância de espécies:

	Componente 1	**Componente 2**
Ac_lac	-1,03058	1,14318
As_fas	-0,633504	-0,772761
As_lac	1,41195	-0,108433
Bry_str	0,743029	0,334252
Cop_ren	1,01894	-0,851111
Cre_bri	1,61672	-0,0970852
Cre_lac	-0,211883	-1,52075
Cyp_mod	1,28495	-0,747085
Geo_bra	0,189383	-0,791146
Gym_car	-0,236433	-2,6887
Hop_mal	-0,206967	1,44192
Hop_lit	0,502758	0,569765
Hyp_bif	-1,03058	1,14318
Hyp_eq	0,743029	0,334252
Hyp_anc	1,61672	-0,0970852
Ore_nil	0,743466	-0,827938
Pha_har	-0,236433	-2,6887
Pia_arg	0,743029	0,334252
Poe_ret	-0,79652	-0,308332
Poe_viv	0,743029	0,334252
Pro_lin	0,281326	0,213933
Pte_am	0,439104	-0,637129
Rha_que	0,146591	1,46925
Ser_het	-0,842972	1,05529
Ser_not	0,942016	6,9797
Ser_mac	-0,2768	-4,04501
Ste_ins	-0,0637314	1,94206
Xiph	-0,898908	-1,62746

SO-01C	-0,760151	-0,289337
SO-02C	0,08416	-1,20153
SO-03C	0,763454	0,283739
SO-04C	0,860394	-0,226709
SO-05C	0,409728	-1,49057
SO-06C	1,25788	-0,16729
SO-07C	0,176886	0,887887
SO-01S	-0,734462	-0,124094
SO-02S	0,0296081	1,1512
SO-03S	1,02586	4,20404
SO-04S	-0,807298	-0,447188
SO-05S	-0,77198	-0,33482
SO-06S	-0,790849	0,47949
SO-07S	0,204037	0,033445
OD (mg/L)	0,275936	0,563971
Condutividade (µS/cm)	-0,134765	-0,447679
pH	0,0675625	-0,0901514
SDT (ppm)	-0,130777	-0,442563
Temperatura (°C)	0,775048	-0,284922
Turbidez (NTU)	-0,00450884	0,130598
DBO5 (mg/L)	-0,0623683	-0,110156
ST (ppm)	0,191739	-0,23975

Eigenvalue	%
0,80648	41,04
0,46738	23,79
0,27647	14,07
0,23653	12,04
0,118	6,006
0,060021	3,055
8,56E-06	0,0004357
5,43E-17	2,76E-15